

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOSSISTEMAS**

Paula Beatriz Sete

**APLICAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO E SISTEMA DE  
MANEJO DO SOLO EM POMAR DE PESSEGUEIRO: RESPOS-  
TA DAS PLANTAS, PERDAS DE NITROGÊNIO E ALTERAÇÃO  
DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.**

Florianópolis

2013



Paula Beatriz Sete

**APLICAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO E SISTEMA DE  
MANEJO DO SOLO EM POMAR DE PESSEGUEIRO: RESPOS-  
TA DAS PLANTAS, PERDAS DE NITROGÊNIO E ALTERAÇÃO  
DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Agro-  
ecossistemas da Universidade Federal  
de Santa Catarina como requisito par-  
cial para obtenção do Grau de Mestre  
em Agroecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo  
Brunetto

Co-orientador: Prof. Dr. Geor-  
ge Wellington Bastos de Melo

Co-orientador: Jucinei José  
Comin

FLORIANÓPOLIS

2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Sete, Paula Beatriz

Aplicação de composto orgânico e sistema de manejo do solo em pomar de pessegueiro: resposta das plantas, perdas de nitrogênio e alteração de atributos químicos do solo / Paula Beatriz Sete ; orientador, Gustavo Brunetto ; co-Orientador, George Wellington Bastos de Melo. - Florianópolis, SC, 2013.  
80 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Inclui referências

1. Agroecossistemas. 2. resíduos orgânicos 3. N mineral. 4. produção e composição de frutos. 5. *Prunus persica*. I. Brunetto, Gustavo. II. Melo, George Wellington Bastos de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós- Graduação em Agroecossistemas. IV. Título.

**“Aplicação de composto orgânico e sistema de manejo do solo em pomar de pessegueiro: resposta das plantas, perdas de nitrogênio e alterações de atributos químicos do solo”**

*Por*

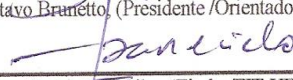
**PAULA BEATRIZ SETE**

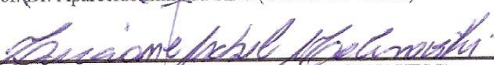
Dissertação julgada adequada, em 22 de novembro de 2013, e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas. Área de Concentração Agroecologia, no Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias/UFSC.

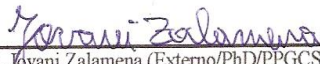
  
Prof. Dr. Ademir Antonio Cazella (Coordenador do Programa)

**Banca Examinadora:**

  
Prof. Dr. Gustavo Brunetto (Presidente /Orientador)

  
Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva (Titular/FIT-UFSC)

  
Dr. Luciane Isabel Malinovski (Externo/PhD/RGV-UFSC)

  
Dr. Ivani Zalamea (Externo/PhD/PPGCS-UFSM)

**Candidata ao título:**

  
Eng.º Agr.ª Paula Beatriz Sete

Florianópolis, novembro de 2013.



## DEDICO

A meus pais, Paulo e Roseli,  
pelo amor e dedicação.





## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Gustavo Brunetto, pela orientação, amizade, dedicação e o apoio para a realização desse trabalho.

Ao pesquisador Dr. George Wellington Bastos de Melo, pela co-orientação, atenção e recepção na Embrapa Uva e Vinho, e pela generosidade em compartilhar os conhecimentos.

Ao professor Dr. Jucinei José Comin, pela co-orientação, pelos conselhos, amizade, confiança e apoio para a conclusão dos trabalhos.

Ao professor Dr. Paulo Emilio Lovato, pela orientação na graduação, pelos incentivos e conselhos.

A Embrapa e Capes pelo financiamento do projeto “Tecnologias de produção para frutíferas de clima temperado”, Edital Capes - Embrapa nº001/2011, sendo o coordenador o pesquisador Dr. Luis Eduardo Correa Antunes, onde a minha bolsa de Mestrado esteve vinculada.

À Embrapa Uva e Vinho pela estrutura.

À UFSC, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas e Departamento de Engenharia Rural pela estrutura.

Aos colegas do Laboratório de Águas, Solos e Tecidos Vegetais da UFSC, Talita Trapp, Vitor Gabriel Ambrosini, Bruno Salvador Oliveira, Laís Bernardino, Rafael Couto da Rosa, Marcel Pires de Moraes, Matheus dos Santos, Monique de Souza Teixeira, Cleiton Lazzari, Vilmar Muller Junior, Barbara Ventura, Caroline Bedin Zanatta, Cristian Back, Ana Paula Camargo, Alejandro Mazza, Elano dos Santos Junior e Alex Basso pelo carinho e convivência.

Aos bolsistas do Laboratório de Análise de Solo e Tecido da Embrapa Uva e Vinho, Rafael Fernando Freitas, Renan Dal Magro, Karine Rodriguero e o servidor Volmir Scagnatta, pela contribuição e ajuda.

Aos colegas Felipe Lorensini e Denis Eduardo Shapanski pela atenção e ajuda na execução dos experimentos de lixiviação e volatilização.

Aos colegas Dr. Jovani Zalamea e Rodolfo Assis pela atenção e contribuição com as análises estatísticas.

Aos companheiros do Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Elaine dos Santos, Daniela Schmitz, Lucas Benedet, Georgia Aragão, Matheus Fernando Mohr, Clarissa Cardoso, Rolnei Ruã Darós, Marilice Radetski, Winicius Wagner, Onete Oni e Roberta Martins pelos estudos, debates, conversas e amizade nos momentos de aflição e angústia.

As servidoras Andrea Ventura e Marlene D. da Silveira pelo carinho e incentivo.

Aos meus grandes amigos, Willian Goldoni Costa, Guilherme Ribeiro Gomes, Thiago Nunes Teixeira, Júlio Francisco Uriarte e Guilherme Leandro Karsten pelos abraços e por terem compartilhado comigo grandes sorrisos e as angústias nos momentos difíceis.

As minhas amigas Domitila Souza, Francielle Fredizzi, Juliana Dardis Rodrigues Lopes, Carla Caroline Hoistaleck e Sabrina Brattig pelo apoio, mensagens e carinho.

Aos meus companheiros de moradia em Florianópolis, Francielly da Rocha Dossin, Gustavo dos Santos Gonçalves, Felipe dos Santos Gonçalves, Felipe Corte Real, Eder Sumariva Rodrigues, Vanessa Maria Gervin, Claudia Daniele Bianco, Tauan Monteiro Santalena e José Berretta, pela convivência, respeito e amizade.

Aos queridos Rui Carvalho, Carmem Lidia Wolff, Lucilene de Abreu, Janaina Muriel Carrara, Roulien Vieira e a Paula Duarte de Oliveira pela convivência e pelo enorme carinho.

A Mariana Ferneda Dossin, Camila Ferneda Dossin, Herenia Ferneda e o Milton Dossin pela amizade, carinho e atenção recebida na minha estadia em Santa Maria (RS).

Aos meus pais, Paulo e Roseli pelo carinho, amor e dedicação.

Ao meu namorado Leonardo Henrique Pagliosa Constanski pelo carinho, amor e paciência.

Muito obrigado!

“Há os que se queixam do vento.  
os que esperam que ele mude,  
e os que ajustam as velas.”

(Willian G. Ward)



## RESUMO

A recomendação da adubação nitrogenada para a cultura do pessegueiro nos Estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) é baseada na análise conjunta, dos teores de nutrientes foliares, no crescimento dos ramos do ano e na produtividade esperada. Quando diagnosticada a necessidade de aplicação de nitrogênio (N), ele pode ser fornecido através da aplicação de composto orgânico obtido pela decomposição anaeróbia. Entretanto, não é suficientemente conhecido o impacto da aplicação do composto sobre o estado nutricional dos pessegueiros, a produção e composição dos frutos, nem a quantidade de N derivada do composto transferida via lixiviação no perfil do solo ou por volatilização. Somado a isso, os diferentes manejos do solo em pomares, como o consórcio de plantas de cobertura hibernais, manutenção de plantas de cobertura espontâneas ou mesmo o solo sem cobertura vegetal pode afetar o estado nutricional das plantas, a produção e composição de frutos, além de modificar os atributos químicos do solo ao longo dos anos. O presente trabalho teve como objetivos estudar (a) a lixiviação de N mineral no perfil e a volatilização de  $\text{N-NH}_3$  em um solo submetido a doses de composto orgânico cultivado com pessegueiros, e (b) o estado nutricional, a produção, a composição de frutos de pessegueiros e a alteração de atributos do solo em diferentes sistemas de manejo do solo. Para isso, foram conduzidos dois estudos: o estudo 1 foi intitulado “Perdas de N do solo e resposta do pessegueiro à adição de composto orgânico”. Em julho de 2010, 2011 e 2012 foram aplicados 0; 3; 6; 12 e 24 L de composto por  $\text{m}^2$  e avaliou-se os teores totais de nutrientes nas folhas e a produção. Em 2012, usando lisímetros instalados a 20 e 40 cm de profundidade, avaliou-se as formas de N lixiviadas na solução percolada nos tratamentos 0 e 24 L de composto por  $\text{m}^2$  no período de julho a outubro. Além disso, usando câmeras coletoras, determinou-se a volatilização de  $\text{N-NH}_3$  em todos os tratamentos até 478 h horas depois da deposição do composto no solo. O estudo 2 foi intitulado “Resposta dos pessegueiros e alteração de atributos químicos em um pomar com diferentes sistemas de manejo do solo”. O experimento foi conduzido nas safras de 2010, 2011 e 2012, os tratamentos de manejo do solo adotados foram: cultivo de plantas de cobertura hibernais implantadas, aveia preta (*Avena strigosa*) + ervilhaca (*Vicia villosa*), cultivo de plantas de cobertura espontâneas e sem cultivo de plantas de cobertura. Folhas de pessegueiros foram coletadas, secas, moídas e analisado os teores totais de N, P, K, Ca e Mg. Determinou-se a produção de frutos, o diâmetro de caule, a massa e diâmetro de fruto. Nos frutos foram avalia-

dos os valores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável e pH. Depois de 37 meses da instalação do experimento, na linha e entre-linha dos tratamentos foram coletadas amostras estratificadas de solo, que foram preparadas e submetidas a análise de matéria orgânica, pH em água, P disponível e K, Ca e Mg trocáveis. Os resultados obtidos no estudo 1 mostram que a aplicação anual de composto orgânico na superfície do solo, houve o incremento da concentração de nitrato, o que se refletiu na concentração de N mineral na solução do solo coletadas, até de 20 cm de profundidade, logo após as precipitações. Com o aumento da dose de composto, nos períodos de maior temperatura, aconteceu incremento da emissão de amônia, o que represente uma perda de N do solo. Os resultados obtidos no estudo 2 mostram que o cultivo do consórcio de plantas de cobertura hibernais provavelmente por causa da presença de ervilhaca que realiza fixação biológica de N, promoveu incremento dos valores do diâmetro do caule dos pessegueiros, e maiores teores de matéria orgânica no solo. Os teores de P disponível, K trocável e Ca trocável, além dos valores de pH em água, aproximadamente, até 15 cm de profundidade, foram maiores no cultivo com plantas de cobertura espontâneas, por causa das roçadas frequentes e deposição de resíduos. Entretanto, esta melhoria nos atributos químicos do solo praticamente não afetaram o estado nutricional das plantas, a produção e composição dos frutos.

**Palavras-chaves:** resíduos orgânicos, N mineral, produção e composição de frutos, *Prunus persica*.

## ABSTRACT

The recommendation of nitrogen fertilization for peach growing in the states of Rio Grande do Sul (RS) and Santa Catarina (SC), Brazil, is based on pooled analysis, leaf nutrient contents, new shoot growth and on expected yield. When the need for nitrogen (N) application is diagnosed, it may be supplied through application of organic compost obtained through anaerobic decomposition. Nevertheless, the impact of compost application on the nutritional state of the peach trees and fruit production and composition, and the quantity of N derived from the compost transferred through leaching in the soil profile or through volatilization are not sufficiently known. Moreover, different soil management practices in orchards, such as intercropping of winter cover crops, maintaining naturally occurring plant cover or even maintaining soil without plant cover may affect the nutritional state of the peach trees and fruit production and composition, and modify the chemical properties of the soil over the years. The aims of this research were to study (a) the leaching of mineral N in the soil profile and volatilization of  $\text{N-NH}_3$  in a peach tree orchard soil subjected to different rates of organic compost, and (b) the nutritional state, production and composition of peach tree fruit and the change in soil properties under different soil management systems. For that purpose, two studies were conducted. Study 1 was entitled "N losses from the soil and peach tree response to the addition of organic compost". In July 2010, 2011 and 2012, rates of 0, 3, 6, 12 and 24 L of compost per  $\text{m}^2$  were applied and the total contents of nutrients in the leaves and production were evaluated. In 2012, through the use of lysimeters set up at the depths of 20 and 40 cm, the forms of N leached in the soil solution in the 0 and 24 L of compost per  $\text{m}^2$  treatments in the period from July to October were evaluated. In addition, using collection chambers, volatilization of  $\text{N-NH}_3$  in all the treatments up to 478 h after deposit of compost on the soil was determined. Study 2 was entitled "Response of peach trees and change of chemical properties in an orchard with different soil management systems". The experiment was conducted in the 2010, 2011 and 2012 crop seasons, and the soil management treatments adopted were: growing the intercropped winter cover crops of black oats (*Avena strigosa*) + common vetch (*Vicia villosa*), growing of naturally occurring cover plants, and lack of plant cover. Peach tree leaves were collected, dried, and ground, and the total contents of N, P, K, Ca and Mg were analyzed. Fruit production, stem diameter and fruit weight and diameter were determined. In the fruit, the total soluble solids (TSS), total titratable acidity and pH were

evaluated. Thirty-seven months after setting up the experiment, stratified soil samples were collected in the row and between the rows of the different treatments. The samples were prepared and subjected to analysis of organic matter, pH in water, available P and exchangeable K, Ca and Mg. The results obtained in study 1 show that with annual application of organic compost on the soil surface, there was an increase in the concentration of nitrate, which was reflected in the mineral N concentration of the soil solutions collected up to a depth of 20 cm soon after rainfall. Together with the increase in the compost application rate, in the periods of highest temperature, there was an increase in ammonia emission, which represents N loss from the soil. The results obtained in study 2 show that intercropping winter cover crops, probably because of the presence of common vetch which carries out biological fixation of N, led to an increase in the values of peach tree stem diameter and greater organic matter contents in the soil. The contents of available P, exchangeable K and exchangeable Ca, as well as the values of pH in water, up to a depth of approximately 15 cm, were greater in growing naturally occurring cover plants because of the frequent cutting and deposit of plant residues. Nevertheless, this improvement in soil chemical attributes practically did not affect the nutritional state of plants, and fruit production and composition.

**Keywords:** organic residues, mineral N, fruit production and composition, *Prunus persica*.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) média mensal durante a condução do experimento, em Bento Gonçalves (RS), 2012.....	42
Figura 2. Concentração de $\text{N-NH}_4^+$ (a), $\text{N-NO}_3^-$ (b) e N mineral (c) na solução coletada à 20 cm de profundidade em solo submetido a aplicação de 0 e 24 L de composto orgânico $\text{m}^2$ e cultivado com pessegueiro. Concentração de $\text{N-NH}_4^+$ (d), $\text{N-NO}_3^-$ (e) e N mineral (f) na solução coletada à 40 cm de profundidade em solo submetido a aplicação de 0 e 24 L de composto orgânico $\text{m}^2$ .....	44
Figura 3. Fluxo de emissão de $\text{N-NH}_3$ ( $\text{mg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) (a) e perda acumulada de $\text{N-NH}_3$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (b) em solo submetido à aplicação de composto orgânico e cultivado com pessegueiro.....	45



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor total de nutrientes nas folhas completas, número, massa e diâmetro de frutos, e produção, em pessegueiros submetidos à aplicação de composto.....	43
Tabela 2. Características de um solo Cambissolo Húmico antes do cultivo com pessegueiro.....	69
Tabela 3. Teores totais de N, P, K, Ca e Mg em folhas de pessegueiro cultivados em um solo Cambissolo Húmico com diferentes manejos, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.....	70
Tabela 4. Produção, diâmetro de caule, massa e diâmetro de frutos, em pessegueiros cultivados em um solo Cambissolo Húmico com diferentes manejos, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.....	71
Tabela 5. Valores de sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez total titulável em frutos de pessegueiro cultivados em um solo Cambissolo Húmico com diferentes manejos, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.....	72
Tabela 6. Valores de pH e teor de matéria orgânica do solo (MO) em cinco camadas de um solo Cambissolo Húmico na linha e entrelinha de plantio, depois de 37 meses da implantação de manejos de solo em um pomar de pessegueiro, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.....	73
Tabela 7. Teor de P disponível e K trocável em cinco camadas de um solo Cambissolo Húmico na linha e entrelinha de plantio, depois de 37 meses da implantação de manejos do solo em um pomar de pessegueiro, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.....	74
Tabela 8. Teor de Ca e Mg trocáveis em cinco camadas de um solo Cambissolo Húmico na linha e entrelinha de plantio, depois de 37 meses de implantação de manejos do solo em um pomar de pessegueiro, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.....	75



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- CCA- Centro de Ciências Agrárias
- C/N – Relação Carbono/Nitrogênio
- Cfa – Subtropical mesotérmico úmido
- CTC – Capacidade de troca de cátions
- Capes – Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior
- CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- pH – Potencial hidrogeniônico
- SC – Santa Catarina
- RS – Rio Grande do Sul
- UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
- UFMS – Universidade Federal de Santa Maria



## LISTA DE SÍMBOLOS

cm – Centímetros  
P – Fósforo  
N – Nitrogênio  
K – Potássio  
N-NH<sub>3</sub> – Amônia  
N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - Amônio  
N-NO<sub>3</sub> – Nitrato  
KCl – Cloreto de potássio  
(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – Carbonato de amônio  
Mg ha<sup>-1</sup> – Megagrama por hectare  
kg ha<sup>-1</sup> – Quilograma(s) por hectare  
g kg<sup>-1</sup> – grama(s) por quilograma(s)  
% – percentagem  
kg – Quilograma(s)  
ha – Hectare  
cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> – Centimol de carga por quilograma de solo  
cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> – Centimol de carga por decímetro cúbico de solo  
mg dm<sup>-3</sup> – Miligrama(s) por decímetro cúbico  
mol L<sup>-1</sup> – Mol por litro  
°C – Grau(s) Celsius  
mm – Milímetro(s)  
L ha<sup>-1</sup> – Litro(s) por hectare  
m – Metro(s)  
m<sup>2</sup> – Metro(s) quadrado(s)  
mm - milímetros  
Ca – Cálcio  
Mg – Magnésio  
Al – Alumínio  
Cu – Cobre  
Zn - Zinco  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono





## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	27
2. ESTUDO I. Perdas de nitrogênio do solo e resposta do pessegueiro à adição de composto orgânico.....	31
2.1 INTRODUÇÃO.....	32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
2.3.1 Estado nutricional e produção de frutos.....	35
2.3.2 Lixiviação de formas de N.....	36
2.3.3 Volatilização de N-NH <sub>3</sub> .....	38
2.4 CONCLUSÕES.....	38
2.5 REFERÊNCIAS.....	39
3. ESTUDO II. Resposta dos pessegueiros e alteração de atributos químicos em um pomar com diferentes sistemas de manejo do solo.....	47
3.1 INTRODUÇÃO.....	49
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3.2.1 Local de instalação do experimento e tratamentos.....	51
3.2.2 Coleta de folhas, análise de nutrientes e avaliação do diâmetro de caule.....	53
3.2.3 Coleta de frutos e análise da composição química.....	54
3.2.4 Coleta de solo e análises químicas.....	54
3.3 Análise Estatística.....	55
3.4 RESULTADOS.....	55
3.4.1 Teor de nutrientes em folhas, produção de frutos, diâmetro de caule e composição de frutos.....	55
3.4.2 Valor de pH e teores de matéria orgânica e nutrientes no solo.....	57
3.5 DISCUSSÃO.....	58
3.6 CONCLUSÕES.....	63
3.7 REFERÊNCIAS.....	63
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de pêssego do Brasil. O Estado possui uma área plantada de 14.840 mil ha<sup>-1</sup> com o pessegueiro (IBGE, 2010), produzindo aproximadamente, 65% da produção nacional de pêssego (Fachinello et al., 2011). Atualmente a Serra Gaúcha é a maior região produtora de pêssego para o consumo *in natura* no RS e no Brasil. Os pomares se concentram em pequenas propriedades com média de dois hectares e envolvem cerca de 1.800 famílias que exploram a atividade, com disponibilidade de mão-de-obra familiar (Embrapa, 2003).

Na Serra Gaúcha os pomares de pessegueiro, em geral são instalados em solos localizados em relevo ondulado, pedregosos e possuem textura média ou argilosa e com médio a alto teor de matéria orgânica (Brunetto et al., 2007; Dalla Rosa et al., 2009). Antes do plantio, quando diagnosticada a necessidade da correção da acidez do solo através dos resultados da análise de solo, eles são submetidos à aplicação superficial do calcário, com posterior incorporação, para elevar o valor de pH em água até 6,0. Além disso, e também quando necessário são aplicados fertilizantes minerais ou orgânicos para elevar os teores de, especialmente, fósforo (P) e potássio (K) no solo, sendo o nitrogênio (N) aplicado parceladamente na superfície do solo, durante o crescimento das plantas (CQFS-RS/SC, 2004). Mas, durante a produção de frutos dos pessegueiros, a adubação de manutenção com N é realizada com base no teor total de nutriente na folha, no crescimento dos ramos, na idade das plantas, crescimento vegetativo e na produtividade esperada (CQFS-RS/SC, 2004).

A ureia é a principal fonte de N usada nos pomares de pessegueiro na região da Serra Gaúcha, bem como em tradicionais regiões produtoras de pêssego do mundo (Tagliavini et al., 1998; Rufat et al., 2011). No entanto, depois da aplicação da ureia na superfície do solo, ela é rapidamente hidrolisada pelas enzimas extracelulares ureases, produzidas por microrganismos, como as bactérias, os actinomicetos e os fungos do solo (Mattos Junior et al., 2003). Com isso, é formado carbonato de amônio  $(\text{NH}_4^+)_2\text{CO}_3$  que não é estável e se decompõem em amônia (N-NH<sub>3</sub>), CO<sub>2</sub> e água, sendo a N-NH<sub>3</sub> volatilizada para a atmosfera (Cantarella, 2007). Além disso, parte do N derivado da ureia pode ser transferido por lixiviação, especialmente na forma de nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), no perfil do solo, mas também pela solução escoada, em especial, em solos localizados em relevos declivosos (Tagliavini et al., 1996; Paltineanu & Iancu, 1997). Assim, para minimizar as transferências de

formas de N têm sido utilizado, não só, mas especialmente em pomares com produção integrada e orgânica, fontes alternativas de N, como o composto orgânico, que pode ser obtido pela compostagem aeróbia de resíduos, como a borra de suco, a serragem, entre outros resíduos (Bertran et al., 2004; Kruse et al., 2004; Hargreaves et al., 2007).

Com a adição de composto orgânico na superfície do solo e sem a sua incorporação, especialmente nas maiores doses, espera-se uma menor área de contato dele com o solo e, por consequência, uma menor taxa de liberação de N, o que pode minimizar a sua transferência para a atmosfera; pela solução escoada na superfície do solo e pela lixiviação no perfil do solo (Sofo et al., 2005; Rosen & Allan, 2007), aumentando, provavelmente, o sincronismo entre a liberação e a absorção de N pela planta (Rubio-Covarrubias et al., 2009; Toselli et al., 2010). Caso isso realmente aconteça, se espera maior teor de nutrientes no interior das plantas, que pode ser diagnosticado pela análise foliar, o que pode causar incremento na produção de frutos e alteração na sua composição.

Somado a tudo isso, nos primeiros cultivos do pessegueiro nas tradicionais regiões produtoras de pêssego do Mundo, onde se pode incluir a Região da Serra Gaúcha, as plantas de cobertura espontâneas do solo nas linhas e nas entrelinhas dos pomares eram eliminadas através de práticas mecânicas, como a capina, especialmente, para diminuir a absorção de água e nutrientes do solo, o que reduz a competição com os pessegueiros. Entretanto, com o passar dos anos se verificou que a eliminação de plantas de cobertura do solo aumentava o impacto da gota da chuva na sua superfície, a sua desagregação e o transporte de partículas, água e nutrientes, especialmente em solos localizados em relevo acidentado. Além disso, o revolvimento do solo aumentava a oxidação da matéria orgânica e o dano mecânico as raízes dos pessegueiros, o que não é desejável (Meagher & Meyer, 1990; Sofo et al., 2005; Montanaro et al., 2012). Com isso, com o passar do tempo, começou a se manter sobre a superfície do solo, ao longo de todo o ano, plantas de cobertura espontâneas ou implantar plantas de cobertura hibernais.

Assim, comparativamente ao solo sem plantas de cobertura, se espera maior proteção do solo contra o impacto da gota da chuva, seja pela parte aérea das plantas ou pelos resíduos depositados, o que promove menor erosão hídrica; maior acúmulo de carbono e nutrientes no solo, por causa da deposição e decomposição contínua de resíduos da parte aérea e raízes senescentes, mas também porque ocorre absorção de nutrientes de camadas mais profundas do solo ou no caso das leguminosas, por causa da fixação biológica de N atmosférico. Com isso, se espe-

ra maior absorção de nutrientes pelos pessegueiros, o que pode se refletir no estado nutricional das plantas, produção e composição dos frutos.

O presente trabalho objetivou (a) avaliar a lixiviação de N mineral no perfil e a volatilização de N-NH<sub>3</sub> em um solo submetido à aplicação de doses de composto orgânico cultivado com pessegueiros e (b) avaliar o estado nutricional, a produção, a composição de frutos de pessegueiros e a alteração de atributos químicos do solo em diferentes sistemas de manejo do solo.



## 2. ESTUDO I. Perdas de nitrogênio no solo e resposta do pessegueiro à adição de composto orgânico.

---

### Resumo

O composto orgânico aplicado no solo pode incrementar a produção de pêssego, mas parte do N pode ser perdido por lixiviação e volatilização. O trabalho objetivou avaliar o estado nutricional das plantas, a produção de pêssego, a lixiviação de formas de N no solo e a volatilização de  $\text{N-NH}_3$ , em um pomar de pessegueiro com a adição de composto orgânico. Em julho de 2010, 2011 e 2012 foram aplicados 0, 3, 6, 12 e 24 L de composto orgânico por  $\text{m}^2$  e avaliaram-se os teores totais de nutrientes nas folhas e a produção. Em 2012, usando lisímetros instalados a 20 e 40 cm de profundidade, avaliaram-se as formas de N lixiviadas na solução percolada nos tratamentos 0 e 24 L de composto e usando câmeras coletoras, avaliou-se a volatilização de  $\text{N-NH}_3$  em todos os tratamentos até 478 h horas depois da deposição do composto no solo. A aplicação de composto incrementou o teor de K e, especialmente, de N nas folhas completas, o qual pode ter estimulado a diferenciação de gemas produtivas, aumentando a produção de frutos. A aplicação de composto no florescimento aumentou a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução do solo, principalmente na profundidade de 20 cm, indicando que esta forma pode ser absorvida pelo pessegueiro. A emissão de  $\text{N-NH}_3$  aumentou com o incremento da dose de composto aplicado, principalmente nos períodos de maior temperatura.

**Palavras-chaves:** resíduo orgânico, N mineral, *Prunus persica*.

### Abstract

Organic compost applied to the soil can increase peach production, but part of the N may be lost through leaching and volatilization. This study aimed to evaluate the nutritional state of plants, peach production, leaching of forms of N in the soil and volatilization of  $\text{N-NH}_3$  in a peach tree orchard with the addition of organic compost. In July 2010, 2011 and 2012, the rates of 0, 3, 6, 12 and 24 L of organic compost per  $\text{m}^2$  were applied, and total nutrient contents in the leaves and production were evaluated. In 2012, using lysimeters set up at the depths of 20 and 40 cm, the forms of N leached in the soil solution were evaluated in the 0 and 24 L compost treatments and, using collection chambers, the volatilization of  $\text{N-NH}_3$  was evaluated in all the treatments up

to 478 h after deposit of compost on the soil. Compost application increased K content and especially N content in the whole leaves, which may have stimulated differentiation of productive buds, increasing fruit production. Compost application at flowering increased concentration of  $\text{N-NO}_3^-$  in the soil solution, especially at a depth of 20 cm, indicating that this form may be taken up by the peach tree.  $\text{N-NH}_3$  emission increased together with an increase in the rate of compost applied, especially in the periods of greatest temperature.

**Keywords:** organic residue, mineral N, *Prunus persica*.

## 2.1. INTRODUÇÃO

A necessidade da adubação nitrogenada de manutenção do pessegueiro (*Prunus persica*) no Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) é estabelecida com base no teor total de N nas folhas completas, no crescimento dos ramos do ano e na produtividade esperada (CQFS-RS/SC, 2004, Brunetto et al., 2007). Quando definida a necessidade, além da ureia, em função da disponibilidade, podem ser usadas outras fontes, como o composto orgânico, derivado de resíduos de agroindústrias de suco, de abatedouro de aves e serragem. Em geral, na adubação de manutenção o composto é aplicado na superfície do solo sem incorporação para evitar danos mecânicos às raízes.

Em solos de pomares, principalmente naqueles degradados química, física e biologicamente, o composto pode causar o incremento do teor de carbono orgânico o que, por consequência, pode favorecer a agregação do solo, melhorando a estrutura, a porosidade, a capacidade de armazenamento de água e aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo, como as formas de N, por causa da mineralização do composto (Kramer et al., 2002). Assim, se espera maior emissão de raízes brancas e mais finas (Scandellari et al., 2010), que são responsáveis pela absorção de água e nutrientes do solo. Com isso, pode ocorrer aumento do teor de nutrientes no interior das plantas, diagnosticado pela análise foliar, e o aumento dos valores de componentes de produção, como a massa e o diâmetro dos frutos, possibilitando maior produção de fruto (Bravo et al., 2012). Mas as melhorias nas características e disponibilidade de formas de N em solos são dependentes, dentre outros fatores, da dose do composto aplicado. Isso porque, quanto maior a dose aplicada, menor será a área de contato com o solo, o que pode retardar a atividade da bi-



omassa microbiana e, por consequência, a sua mineralização (Kramer et al., 2002).

Parte do N mineralizado e não absorvido pelos pessegueiros pode ser lixiviado na forma de  $\text{N-NO}_3^-$  devido à sua baixa adsorção ao solo (Erhart et al., 2007), permanecendo em maior concentração na solução. Parte do N derivado da mineralização pode ser volatilizado na forma de  $\text{N-NH}_3$  (Mattos Junior et al., 2003). Porém, a quantidade de formas de N lixiviadas e de  $\text{N-NH}_3$  volatilizada é dependente da composição do composto aplicado, da sua dose e de condições climáticas, como precipitações e temperatura do ar (Erhart et al., 2007). O trabalho objetivou avaliar o estado nutricional das plantas, a produção de pêssego, a lixiviação de formas de N no solo e a volatilização de  $\text{N-NH}_3$  em um pomar de pessegueiro com a adição de composto orgânico.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar de pessegueiro (*Prunus persica*, L. Batsch), cultivar Chimarrita, enxertada sobre o porta-enxerto Capdeboscq, na densidade de 1666 plantas por hectare (1,5 m entre plantas e 4 m entre linhas) e conduzido em sistema Ypsilon, em Bento Gonçalves (RS), na Embrapa Uva e Vinho (latitude 29°9'54.50"S; longitude 51°32'3.87"O). O clima da região é subtropical, tipo Cfa, com precipitação média anual de 1736 mm, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes, com médias máximas de 27°C e mínimas de 17°C; e os meses mais frios junho e julho, com médias mínimas de 8°C e máximas de 17°C (Embrapa, 2011). O pomar foi implantado em 2009 em um Cambissolo Húmico e antes do transplante das mudas apresentava, na camada de 0-20 cm, as seguintes características: argila 310 g kg<sup>-1</sup>; matéria orgânica 26,5 g kg<sup>-1</sup>; pH em água 5,7; Al trocável 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca trocável 7,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e Mg trocável 2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (ambos extraídos por KCL 1 mol L<sup>-1</sup>); P disponível 8,6 mg dm<sup>-3</sup> e K trocável 207,9 mg dm<sup>-3</sup> (ambos extraídos por Mehlich 1).

Em julho de 2010, 2011 e 2012 durante o florescimento os pessegueiros foram submetidos a aplicação de 0; 3; 6; 12 e 24 L de composto orgânico por m<sup>2</sup> ano<sup>-1</sup>. As doses aplicadas foram estabelecidas em experimentos prévios em casa de vegetação ao longo de dois anos, onde verificou-se que as plantas jovens de pessegueiro apresentaram maior altura e produção de matéria seca na dose de 6 L de composto orgânico m<sup>2</sup> ano<sup>-1</sup> e, com isso, se estabeleceu doses menores e maiores, a partir desta dose de referência. O composto orgânico foi aplicado manualmente sobre a superfície do solo, na projeção da copa das plantas e sem incorpo-

ração. O composto orgânico utilizado foi fabricado a partir de resíduos de agroindústrias de suco de uva, como borra e engaço, bem como resíduos de abatedouro de aves e serragem, apresentando a composição química média de 43,2% de matéria seca, 19,3% de C orgânico total, 2,0% N total, 0,4% de  $\text{N-NH}_4^+$ , 0,4% de  $\text{N-NO}_3^-$ , 0,74% de P total, 2,4% de K total, 8,2% de Ca total, 0,3% de Mg total, 18,7  $\text{mg kg}^{-1}$  de Cu total, 38,4  $\text{mg kg}^{-1}$  de Zn total, 311  $\text{mg kg}^{-1}$  de Mn total, pH em água 9,0, relação C/N 9,65 e densidade 1,04  $\text{kg m}^{-3}$ . O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, sendo a parcela, formada por cinco plantas, distribuídas ao longo da linha de plantio. A temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e precipitação (mm) foram coletadas diariamente em uma estação meteorológica automática localizada na Embrapa Uva e Vinho, conforme dados apresentados na Figura 1.

Nas safras de 2010 e 2011 foram realizadas coletas de folhas completas (limbo+pecíolo) da parte média dos ramos do ano, na 14<sup>a</sup> semana após a plena floração (CQFS-RS/SC, 2004). As folhas foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 65 $^{\circ}\text{C}$ , moídas e analisados os teores totais de N, P, K, Ca e Mg (Tedesco et al., 1995). Nas safras de 2010 e 2012 na plena maturação dos frutos, que coincidiu no mês de novembro, foram colhidos todos os frutos por planta, contados, pesados e mensurado o diâmetro de dez frutos por planta, usando um paquímetro digital.

Em maio de 2012 foram instalados lisímetros de capa porosa de porcelana, nas profundidades de 20 e 40 cm, na planta central de cada parcela, nos tratamentos de 0 e 24 L de composto  $\text{m}^2$ , na linha de plantio dos pessegueiros, abaixo da zona de aplicação do composto orgânico. Os lisímetros foram instalados seguindo procedimento descrito por Lorensini et al. (2012). Em 27/07, 18/09 e 03/10, correspondente aos 13, 55 e 68 dias após a aplicação do composto, únicos eventos ocorridos e que geraram solução lixiviada, coletou-se a solução do interior dos lisímetros com uma seringa acoplada a uma mangueira aplicando-se vácuo (25 kgf), usando uma bomba manual. Em seguida, as amostras de solução do solo foram armazenadas em recipientes plásticos, acondicionadas em isopor com gelo e determinado os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  (Tedesco et al., 1995). Com a soma dos valores de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  foi estimado o teor de N mineral.

Em julho de 2012, nos tratamentos 0; 3; 6; 12 e 24 L de composto por  $\text{m}^2 \text{ ano}^{-1}$ , foram instaladas as câmeras coletoras de amônia de tipo semi-aberto, na região onde foi aplicado o composto (Nõmmik, 1973). As câmeras foram construídas e instaladas seguindo o procedimento descrito detalhadamente por Lorensini et al. (2012). No período

de 17 de julho a 10 de agosto de 2012, correspondente a 23, 47, 96, 120, 145, 216, 241, 265, 288, 335, 431 e 478 horas após a aplicação de composto orgânico, os discos de espuma foram coletados e submetidos a cinco lavagens sucessivas com a solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> para a extração de fosfato de amônio, sendo o volume final ajustado para 1000 mL, com a mesma solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. Posteriormente, uma alíquota de 20 mL foi submetida à análise de N-NH<sub>3</sub> (Tedesco et al., 1995).

Os resultados dos teores totais de nutrientes nas folhas, massa e diâmetro de frutos, e produção foram submetidos à análise de variância, e quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas equações de regressão polinomiais. A impossibilidade de se controlar experimentalmente algumas variáveis como o volume e o intervalo das precipitações implicam na não satisfação de todos os pressupostos da análise de variância para as formas de N lixiviadas e N-NH<sub>3</sub> volatilizada. Por isso, se optou por apresentar as médias dos resultados obtidos com seus respectivos desvios padrões, conforme adotado por Lorensini et al. (2012).

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1. Estado nutricional e produção de frutos

Na safra 2010 e 2011 os teores totais de N e K nas folhas completas dos pessegueiros aumentaram de forma quadrática com o aumento da dose de composto aplicado no solo, mas os teores totais de P, Ca e Mg não foram afetados (Tabela 1). O incremento dos teores de N e K nas folhas pode ser atribuído à mineralização do composto e posterior incremento dos teores de N mineral e K trocável no solo com o aumento da dose aplicada, como observado depois de cada safra (dados não apresentados). Com isso, as raízes dos pessegueiros absorvem formas de N mineral, especialmente N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e K da solução do solo, incrementando o teor dos dois nutrientes no interior das plantas, o que foi diagnosticado pela análise foliar.

O N acumulado nas plantas de pessegueiro nas safras de 2010 e 2011 pode ter contribuído para estimular a diferenciação de um maior número de gemas produtivas nos ramos, comparativamente às gemas vegetativas (Scandellari et al., 2010), incrementando a produção de pêssegos na safra de 2010 e até 2012, sem afetar a massa e diâmetro de frutos. Convém ressaltar que na safra 2010 e 2012 o diâmetro de frutos, independente das doses de composto, oscilou entre 5 a 6 cm e na safra de 2011 a massa dos frutos oscilou entre 80 e próximo a 100 g (Tabela 1),

que são valores considerados adequados e aceitos pelo consumidor (Raseira & Nakasu, 1998). Mas, é oportuno comentar que a produção de pêssego na safra 2012, em todas as doses, foi menor que a obtida na safra de 2010, o que pode ser atribuído a uma queda antecipada de folhas em 2011. Esse comportamento, pode ter contribuído com uma menor reserva de carboidratos à partir das raízes, que iriam contribuir com energia para manutenção e crescimento dos ramos e dos frutos no ciclo seguinte de produção (Borba et al., 2005).

### 2.3.2. Lixiviação de formas de N

As concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  na solução coletada aos 13, 55 e 68 dias após a aplicação (DAA) do composto, a 20 cm de profundidade, no solo submetido à aplicação de 24 L de composto foram iguais às concentrações obtidas no tratamento sem a adição do composto (Figura 2). Em todas as coletas, as concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  na solução foram próximas de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ , indicando que houve pouca lixiviação do N na forma de  $\text{N-NH}_4^+$ , resultado esperado, uma vez que pode permanecer adsorvido a grupos funcionais de superfície de partículas reativas do solo. Mas também, pela rápida transformação do  $\text{N-NH}_4^+$  em  $\text{N-NO}_2^-$  e  $\text{N-NO}_3^-$  (EARTH et al., 2007). Porém, ao avaliar as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução coletada do solo com a adição de 24 L de composto e mesmo no solo sem a aplicação, verificou-se, em todas as coletas, que estas continuaram baixas, entre 0 e  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 2b). Contudo, os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução coletada aos 13 DAA de composto foi maior no solo submetido à aplicação de 24 L, comparativamente ao solo sem aplicação. Isso pode decorrer da maior liberação de  $\text{N-NO}_3^-$  dos resíduos orgânicos, que, apesar de em geral ocorrer próximo aos 20 DAA no solo (Aita & Giacomini, 2008), por causa da baixa relação C/N (9,65), pode ter antecipado a liberação de  $\text{N-NO}_3^-$ , incrementando sua concentração na solução. Na coleta realizada aos 68 DAA de composto, a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução foi maior no tratamento com adição de 24 L, o que pode ser explicado, em parte, pela maior frequência e volume de precipitações nos dias que antecederam a coleta, estimulando a lixiviação de  $\text{N-NO}_3^-$  no perfil do solo, porque o ânion forma complexo de esfera-externa com os grupos funcionais de superfície das partículas reativas do solo (Lorensini et al., 2012).

A concentração de N-mineral nas coletas realizadas aos 13 e 68 DAA do composto foi maior no tratamento com a aplicação de 24 L, comparativamente ao solo sem aplicação (Figura 2c), devido às maiores

concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução (Figura 2b). Convém ressaltar que as maiores concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  e N mineral na solução foram observadas aos 13 DAA, o que coincide, aproximadamente, com a brotação dos pessegueiros, que é um dos estágios fenológicos onde acontece a maior emissão de raízes jovens, responsáveis pela absorção de água e maiores quantidades de nutrientes (Bravo et al., 2012), incrementando o teor de N no interior da planta (Tabela 1).

As concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  na solução coletada aos 13, 55 e 68 DAA, a 40 cm de profundidade, foram similares entre o tratamento com a aplicação de 24 L de composto e sem aplicação (Figura 2d). Estas concentrações foram similares às observadas nos tratamentos e datas de coletas realizadas na profundidade de 20 cm (Figura 2a). Por outro lado, as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução do solo sem aplicação de composto orgânico foram maiores que a aplicação de 24 L de composto aos 13 e 55 DAA (Figura 2e), enquanto aos 68 DAA a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  foi maior na solução derivada do solo com a adição de 24 L de composto, discordando dos resultados obtidos na profundidade de 20 cm. Já, as concentrações de N mineral na solução coletada aos 13 e 55 DAA, a 40 cm de profundidade, foram similares entre o solo com a aplicação de 24 L de composto e sem aplicação (Figura 2f). Mas, aos 68 DAA a concentração de N mineral na solução do solo com a adição de 24 L de composto foi maior que a obtida no solo sem a aplicação, o que pode ser atribuído ao incremento de  $\text{N-NO}_3^-$ .

Apesar das diferenças entre as concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$  e N mineral na solução do solo do tratamento com a aplicação de 24 L de composto e sem aplicação, nas diferentes datas de coleta e nas profundidades de 20 e 40 cm (Figura 2a, 2b, 2c, 2d, 2e e 2f), os valores foram menores que os observados em outros trabalhos realizados com a aplicação do mesmo composto usado no presente trabalho, como fonte de nutriente na adubação de manutenção em pomares de frutíferas (Lorensini et al., 2012). Isso pode ser atribuído à adição do composto na superfície do solo e sem incorporação, o que diminui a área de contato com a superfície do solo e retarda a sua mineralização pela biomassa microbiana, incrementando lentamente as formas de N mineral no solo e, por consequência, na solução (Melo et al., 2012). Mas também, pode ser decorrente do valor de pH do composto (9,0), estimulando a transferência de parte do N para a atmosfera, na forma de  $\text{N-NH}_3$  (Voutsas et al., 2005). Além disso, as precipitações foram pouco frequentes e, em geral, de baixa intensidade, o que diminui o fluxo descendente de solução e de formas de N no perfil do solo (Erhart et al., 2007).

### 2.3.3. Volatilização de N-NH<sub>3</sub>

O maior fluxo de N-NH<sub>3</sub> (mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) na maioria das épocas de coleta foi observado no solo submetido a aplicação de 24 L de composto, sendo as maiores emissões verificadas às 23, 96 e 288 horas (Figura 3a). As maiores emissões de N-NH<sub>3</sub> às 96 e 288 horas aconteceram porque houve um incremento da temperatura em horas anteriores a estas duas épocas de coleta. A emissão de N-NH<sub>3</sub> às 265 horas correspondeu há aproximadamente 11 dias e, com isso, se pode inferir que parte do N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução foi transformado para N-NH<sub>3</sub>, uma vez que o teor de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução coletada a 20 cm de profundidade no solo com a aplicação de 24 L de composto foi igual ao observado na solução do solo sem adição de composto (Figura 2a). No solo submetido à aplicação de 12 L de composto, especialmente, nas coletas realizadas em horas próximas a 96 horas e 288 horas (Figura 3a), a emissão de N-NH<sub>3</sub> foi menor que aquela observada no solo com a adição de 24 L de composto. Entretanto, o valor foi maior que o verificado no solo dos tratamentos com a aplicação de 0; 3 e 6 L de composto, que apresentaram, na maioria das coletas, valores similares de emissão de N-NH<sub>3</sub>.

A quantidade volatilizada acumulada de N-NH<sub>3</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) incrementou com a dose de composto aplicada na superfície do solo (Figura 3b). Assim, ao final de 478 horas, depois da aplicação das doses de composto observaram-se perdas, respectivamente, de aproximadamente 0,06; 0,17; 0,27; 0,53 e 1,15 kg ha<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>. A volatilização de N-NH<sub>3</sub> derivado do composto aplicado no solo decorre da rápida mineralização por microrganismos especializados como bactérias e fungos, formando carbonato de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> que não é estável no solo e se decompõe em N-NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> e água (Lorensini et al., 2012).

Assim, quanto maior a quantidade de N aplicada na forma de composto espera-se maior quantidade de N-NH<sub>3</sub> volatilizada, mas, estas quantidades também são governadas por outros fatores como precipitação, temperatura e umidade relativa do ar (Boaretto et al., 2013). A volatilização de N-NH<sub>3</sub> pode diminuir a disponibilidade de formas minerais de N no solo, o que reduz o aproveitamento pelo pessegueiro.

## 2.4. CONCLUSÕES

A aplicação de composto na superfície do solo incrementou o teor de potássio e nitrogênio nas folhas, o que pode ter estimulado a diferenciação de gemas produtivas e aumentado a produção de frutos. A

aplicação de composto no período de florescimento aumentou próximo à adição de composto orgânico, a concentração de nitrato na solução do solo, que se refletiu nos valores de N mineral, principalmente na profundidade de 20 cm. Por ser um período de emissão de raízes, esta forma de N pode ser absorvida pelo pessegueiro. A emissão de amônia aumentou com o incremento da dose de composto orgânico aplicado e nos períodos de maior temperatura, o que pode contribuir para a diminuição da concentração de amônio na solução do solo.

## 2.5. REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.195-205, 2008.

BOARETTO, R. M.; MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; TRIVELIN, P. C. O. Absorption of  $^{15}\text{NH}_3$  volatilized from urea by Citrus trees. **Plant and Soil**, v.365, p.283-290, 2013.

BORBA, M. R. C. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 68-72, 2005.

BRAVO, K.; TOSELLI, M.; BALDI, E.; MARCOLINI, G.; SORRENTI, G.; QUARTIERI, M.; MARANGONI, B. Effect of organic fertilization on carbon assimilation and partitioning in bearing nectarine trees. **Scientia Horticulturae**. v.137, p.100-106, 2012.

BRUNETTO, G.; MELO, G. W. B. D.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A. Adubação nitrogenada em ciclos consecutivos e seu impacto na produção e na qualidade do pêssego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1721-1725, 2007.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F; ALVAREZ, V. V. H; BARROS, N. F; FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do**

**Sul e de Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre: SBCS Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Normal Climatológica** 2011. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/bento-normais.html>>. Acesso em: 01/07/2012.

ERHART, E.; FEICHTINGER, F.; HARTL, W. Nitrogen leaching losses under crops fertilized with biowaste compost compared with mineral fertilization. **Journal Plant Nutrition Soil Science**, v.170, p.608-614, 2007.

KRAMER, A. W.; DOANE, T. A.; HORWATH, W. R.; KESSEL, C. V. Combining fertilizer and organic inputs to synchronize N supply in alternative cropping systems in California. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.18, p.233-243, 2002.

LORENSINI, F.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; CERINI, J. B.; LOURENZI, C. R.; DE CONTI, L.; TRINDADE, M. M.; MELO, G. W. B. D.; BRUNETTO, G. Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.42, p.1173-1179, 2012.

MATTOS JUNIOR, D.; ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; GRÄTZ, D. A. Nitrogen volatilization and mineralization in a Sandy Entisol Under Citrus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, p.13-14, 2003.

MELO, G. W. B. D.; BRUNETTO, G.; BASSO, A.; HEINZEN, J. Resposta das videiras a diferentes modos de distribuição de composto orgânico no solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.493-503, 2012.

NÖMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest. **Plant and Soil**, v. 39, p. 309-318, 1973.

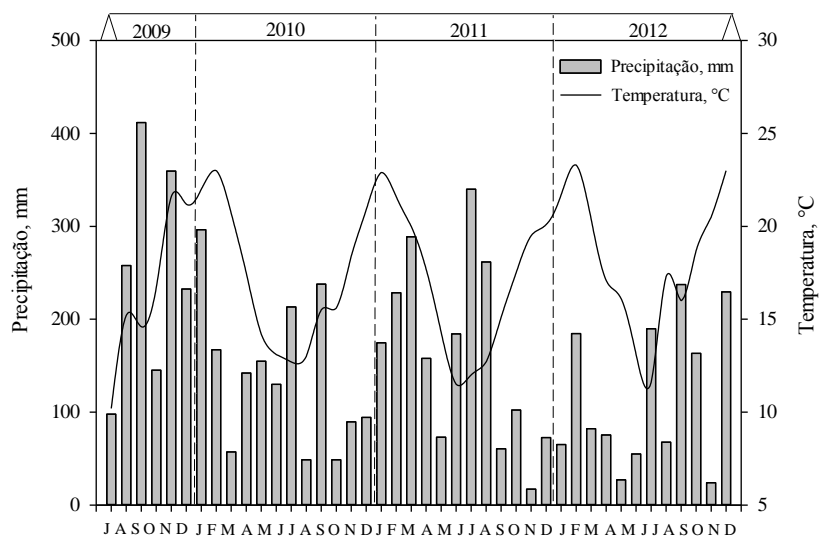
RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Cultivares: descrição e recomendação. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. (Ed.). **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. p.29-99.



SCANDELLARI, F.; VENTURA, M.; GIOACCHINI, P.; ANTISARI, V.; TAGLIAVINI, M. Seasonal pattern of net nitrogen rhizodeposition from peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) trees in soils with different textures. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.136, p.162-168, 2010.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174 p.

VOUTSAS, E.; VAVVA, C.; MAGOULAS, K.; TASSIOS, D. Estimation of the volatilization of organic compounds from soil surfaces. **Chemosphere**, v.58, p.751-758, 2005.

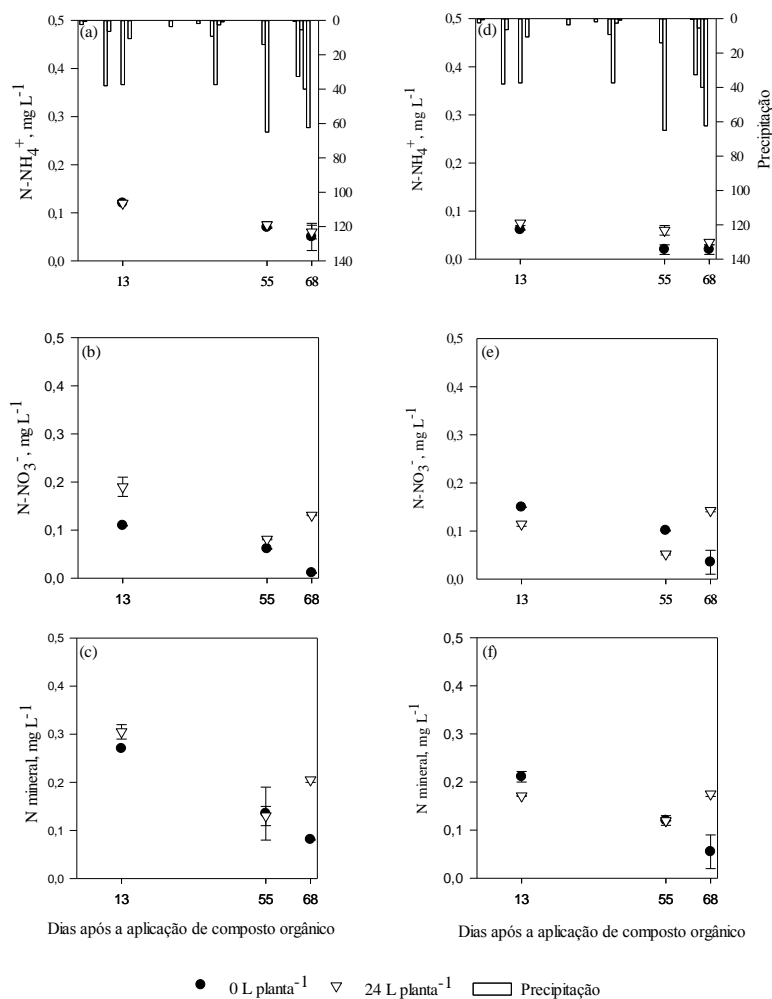


**Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura (°C) média mensal durante a condução do experimento, em Bento Gonçalves (RS), 2012.

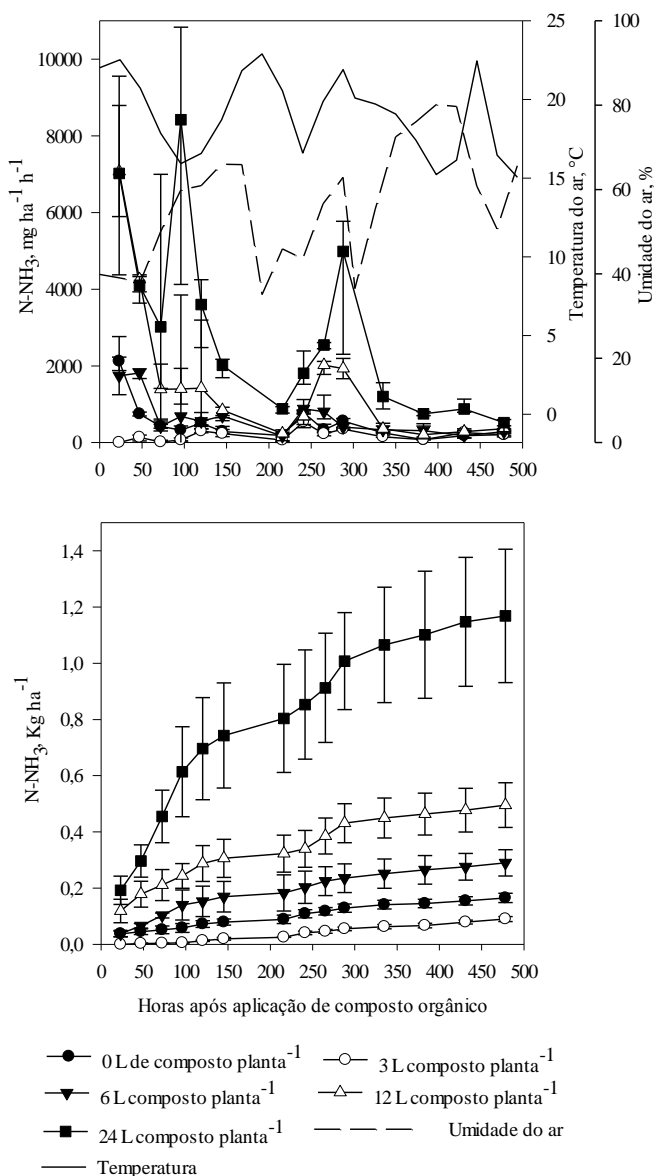
**Tabela 1.** Teor total de nutrientes nas folhas completas, número, massa e diâmetro de frutos, e produção, em pessegueiros submetidos à aplicação de composto.

Variável	Dose de composto (L m <sup>2</sup> )					Equação	R <sup>2</sup>
	0	3	6	12	24		
-----Safrá 2010-----							
Nitrogênio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	14,9	16,5	15,1	16,7	15,6	y= 15,1262 + 0,1902x-0,0070x <sup>2</sup>	0,58*
Fósforo total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	2,4	3,2	2,7	3,3	2,8	ns	-
Potássio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	13,9	16,2	15,0	16,4	15,7	y=14,3568+0,2783x-0,0093x <sup>2</sup>	0,73*
Cálcio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	9,4	8,8	9,1	8,8	9,2	ns	-
Magnésio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	3,2	3,1	3,1	3,2	3,1	ns	-
Massa de frutos (g)	81,3	83,3	90,7	85,8	91,7	ns	-
Diâmetro de fruto (mm)	52,7	54,0	54,7	54,7	55,7	ns	-
Produção planta (kg)	6,6	7,0	6,5	8,2	9,2	y= 7,28-0,8171x+0,2429x <sup>2</sup>	0,90*
Produção por hectare (Mg ha <sup>-1</sup> )	11,0	11,7	10,9	13,7	15,3	y=10,8025+0,1908x	0,94*
-----Safrá 2011-----							
Nitrogênio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	22,9	25,4	24,8	26,2	28,1	y=23,4769+0,3013x-0,0046x <sup>2</sup>	0,94*
Fósforo total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	1,7	2,1	1,7	1,6	1,5	ns	-
Potássio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	19,8	21,3	24,0	28,9	18,5	y=18,5815+1,4745x-0,0611x <sup>2</sup>	0,95*
Cálcio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	17,8	15,5	15,2	13,3	13,1	ns	-
Magnésio total na folha (g kg <sup>-1</sup> )	4,9	4,5	4,3	4,1	4,2	ns	-
Massa de frutos (g)	66,7	69,0	75,4	77,4	75,6	ns	-
Diâmetro de fruto (mm)	45,9	46,7	48,0	49,2	47,7	ns	-
Produção planta (kg)	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
Produção por hectare (Mg ha <sup>-1</sup> )	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
-----Safrá 2012-----							
Massa de frutos (g)	69,9	3,6	66,7	7,2	1,5	ns	-
Diâmetro de fruto (mm)	51,2	47,4	53,3	51,6	53,3	ns	-
Produção planta (kg)	2,5	2,7	4,0	10,4	9,5	y=1,2123+0,8855x-0,0220x <sup>2</sup>	0,92*
Produção por hectare (Mg ha <sup>-1</sup> )	4,1	4,5	6,6	17,3	15,9	y=1,9769+1,4739x-0,0364x <sup>2</sup>	0,92*

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \* = significativa a 5% de probabilidade; nd = não determinado.



**Figura 2.** Concentração de  $\text{N-NH}_4^+$  (a),  $\text{N-NO}_3^-$  (b) e N mineral (c) na solução coletada à 20 cm de profundidade em solo submetido a aplicação de 0 e 24 L de composto orgânico  $\text{m}^2$  e cultivado com pessegueiro. Concentração de  $\text{N-NH}_4^+$  (d),  $\text{N-NO}_3^-$  (e) e N mineral (f) na solução coletada à 40 cm de profundidade em solo submetido a aplicação de 0 e 24 L de composto orgânico  $\text{m}^2$ .



**Figura 3.** Fluxo de emissão de  $N-NH_3$  ( $mg\ ha^{-1}\ h^{-1}$ ) (a) e perda acumulada de  $N-NH_3$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) (b) em solo submetido à aplicação de composto orgânico e cultivado com pessegueiro.



### 3. ESTUDO II. Resposta dos pessegueiros e alterações de atributos químicos em um pomar com diferentes sistemas de manejo do solo.

---

#### Resumo

O tipo de manejo do solo, com a cobertura de diferentes plantas de cobertura, pode afetar o estado nutricional do pessegueiro, a produção e composição de frutos, e os atributos químicos do solo ao longo dos anos. Esses aspectos tem sido pouco estudados em regiões de clima subtropical, especialmente em pomares de fruteiras. O trabalho objetivou avaliar o estado nutricional, a produção e composição de frutos de pessegueiros e a alteração de atributos químicos do solo, em um pomar com solo sem o cultivo de plantas de cobertura ou solo com o cultivo de plantas, tanto espontâneas quanto na forma de consórcio de plantas de cobertura hibernais implantadas. O experimento foi conduzido de 2009 a 2012, em um pomar de pessegueiro do cultivar Chimarrita, enxertado sobre o porta-enxerto Capdebosq, em Bento Gonçalves, região Sul do Brasil. Os tratamentos de manejo do solo foram cultivo de plantas de cobertura hibernais implantadas, aveia preta (*Avena strigosa*) + ervilhaca (*Vicia villosa*), cobertura com plantas espontâneas e sem plantas (capina). Folhas de pessegueiros foram coletadas, secas, moídas e analisado os teores totais de N, P, K, Ca e Mg. Determinou-se a produção de frutos, o diâmetro de caule, a massa e diâmetro de fruto. Nos frutos foram avaliados os valores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável e pH. Depois de 37 meses da instalação do experimento, na linha e entrelinha dos tratamentos foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-10,0; 10,0-15,0 cm. O solo foi seco, moído e submetido às análises de matéria orgânica, pH em água, P disponível e K, Ca e Mg trocáveis. Os pessegueiros jovens apresentaram maior diâmetro de caule e maiores teores de matéria orgânica no solo quando cultivados no solo com o consórcio de plantas de cobertura hibernais, provavelmente por causa do incremento de nitrogênio do solo, causado pela fixação biológica da ervilhaca. O cultivo de plantas de cobertura espontâneas nas linhas e entrelinhas de plantio promoveu maior acúmulo de teores de P, K e Ca e valores de pH em água por causa das frequentes roçadas e deposição de material que o favoreceu a decomposição dos resíduos na superfície do solo e também a incorporação de nutrientes no tecido da parte aérea e/ou raízes. Porém, isso não afetou a

produção e composição dos frutos, e pouco interviu no teor de nutrientes nas folhas de pessegueiros ao longo de três safras.

**Palavras-chave:** Plantas de cobertura do solo, nutrição mineral, produção de frutos, composição de frutos, *Prunus persica*.

## Abstract

The type of soil management, together with different plant cover crops, can affect the nutritional state of the peach tree, fruit production and composition, and soil chemical properties over the years, aspects which have not been extensively studied in regions with a subtropical climate. This study aimed to evaluate the nutritional state, fruit production and composition of peach trees and change in soil chemical properties in an orchard with different soil management systems. The experiment was conducted from 2009 to 2012 in a peach orchard of the Chimarrita cultivar grafted on the Capdebosq rootstock in the South of Brazil. Soil management treatments were soil without plant cover, growing of the intercropped cover crops black oats (*Avena strigosa*) + common vetch (*Vicia villosa*), and naturally occurring cover plants. Total contents of N, P, K, Ca and Mg were analyzed in leaves. Fruit production, stem diameter, and fruit weight and diameter were determined. Total soluble solids (TSS), total titratable acidity and pH were analyzed in the fruit. Thirty-seven months after setting up the experiment, soil samples were collected in the row and between the rows of the treatments in the 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-10,0 and 10,0-15,0 cm layers. The soil was prepared and organic matter content, pH in water, available P and exchangeable K, Ca and Mg were analyzed. The greatest N contents in the peach tree leaves were found in the management practice of lack of cover plants. Young peach trees exhibited greater stem diameter and greater organic matter contents in the soil when grown in the soil intercropped with cover plants, probably because of the increase of nitrogen in the soil caused by biological fixation from common vetch. Growth of naturally occurring cover plants in the rows and between the plant rows led to greater accumulation of P, K and Ca contents and pH in water values because of the frequent cuttings and deposit of plant matter, which favored plant residue decomposition on the soil surface and also the incorporation of nutrients in plant tissue of the above ground part and/or roots. However, this did not affect fruit production and composition, and had little effect on nutrient content in the leaves of peach trees over the period of three crop seasons.



**Keywords:** Soil cover plants, mineral nutrition, fruit production, fruit composition, *Prunus persica*.

### 3.1. INTRODUÇÃO

No solo, normalmente, na linha de plantio de pessegueiros jovens as plantas espontâneas podem ser eliminadas através do controle mecânico, como a capina. Com isso, em especial, em anos com menor precipitação e, por consequência, menor disponibilidade de água no solo, se espera menor absorção de água e nutrientes pelas plantas espontâneas, o que pode diminuir a competição com os pessegueiros, especialmente porque as raízes de plantas jovens exploram um menor volume de solo e se concentram nas camadas mais superficiais do solo (Ramos et al., 2010; Ramos et al., 2011). Porém, em solos sem vegetação na linha ou na entrelinha de pomares, se espera o impacto da gota da chuva sobre a superfície do solo, o que provoca a desagregação e o transporte de sedimento com nutrientes adsorvidos e nutrientes na forma solúvel na solução escoada na superfície do solo, para áreas ou espelhos de águas adjacentes ao pomar (Ruiz-Colmenero et al., 2011). Além disso, o revolvimento frequente do solo pode causar a oxidação da matéria orgânica do solo, o que promove o aumento da emissão de gases para a atmosfera, como o CO<sub>2</sub> (Sofu et al., 2005; Michos et al., 2013) e diminuição da capacidade de troca de cátions (Rodrigues et al., 2013), diminuindo ao longo do tempo, a disponibilidade de nutrientes aos pessegueiros (Toselli et al., 2010). Esse manejo também pode provocar dano às raízes, estimulando a sua senescência e, por consequência, diminuindo as reservas de nutrientes e carboidratos e, em alguns casos, a redução do crescimento das plantas (Ramos et al., 2011).

Alternativamente ao sistema de manejo do solo que elimina as plantas espontâneas dos pomares jovens de pessegueiro, pode-se usar a semeadura de plantas de cobertura hibernais em consórcio, como as gramíneas, entre elas a aveia preta (*Avena strigosa*) e leguminosas, como a ervilhaca (*Vicia villosa*). Com isso, a deposição da parte aérea das plantas ou os seus resíduos senescentes no final do seu ciclo sobre a superfície do solo não revolvido, podem dissipar a energia cinética da gota da chuva e reduzir a erosão hídrica (Ramos et al., 2010). Além disso, os resíduos da parte aérea depositados sobre o solo e em decomposição, e as raízes senescentes podem promover a ciclagem de nutrientes no pomar, mas também a manutenção ou o incremento dos teores de carbono

orgânico no solo, o que influenciará o teor de matéria orgânica (Guo et al., 2005; Franchini et al., 2007) e, tudo isso, pode reduzir a transferência de nutrientes por lixiviação e aumentar a sua disponibilidade às plantas (Ruiz-Colmenero et al., 2011). Porém, quando a semeadura das plantas de cobertura é anual, a produção de matéria seca e o crescimento das plantas de cobertura é estacional e, algumas vezes, a produção de matéria seca é baixa, se comparada às quantidades obtidas em sistemas de cultivo conservacionistas com culturas de grãos (Steenwerth & Belina, 2008). Por isso, alternativamente ao consórcio de plantas de cobertura hibernais semeadas, podem ser usadas espécies espontâneas de plantas de cobertura nas linhas e entrelinhas dos pomares, compostas por plantas das mais distintas famílias, como as gramíneas, leguminosas e poaceae.

A parte aérea das plantas pode ser roçada várias vezes ao longo do ano para facilitar a realização de práticas de manejo, como a poda manual, a colheita, entre outras; mas também, para facilitar a circulação de ar no interior do pomar, o que diminui a água livre sobre as folhas e frutos, minimizando a infecção de doenças fúngicas foliares e, por consequência, garantindo produções e frutos de qualidade desejada (Gucci et al., 2012). Esse manejo proporciona a liberação de nutrientes (Ramos et al., 2011; Michos et al., 2013), que quando absorvidos pelos pessegueiros, proporcionam o acúmulo no interior da planta, o que pode ser diagnosticado pela análise foliar. Isso acontecendo, poderá ocorrer o incremento da produção de frutos e alteração da composição, mensurada, por exemplo, pelos valores de pH, acidez total titulável e sólido solúveis totais (SST).

Os resíduos da parte aérea depositados no solo em pequenas quantidades, junto com as raízes no interior do solo, podem aumentar a produção de ácidos orgânicos aniônicos, que podem adsorver  $H^+$  e  $Al^{+3}$  ou caso aconteça a descarboxilação de ânions orgânicos, também pode ocorrer a protonação de íons  $H^+$  e, isso tudo, causa o incremento do valor de pH do solo (Franchini et al., 2007; Rodrigues et al., 2013). Nos mais diferentes tipos de manejo do solo, sem plantas de cobertura vegetal ou com plantas de cobertura hibernais consorciadas implantadas ou espontâneas, se espera maior teor de carbono orgânico total e, por consequência, matéria orgânica, nutrientes e valores de pH na linha de plantio dos pessegueiros, comparativamente às entrelinhas, por causa, especialmente, da deposição adicional, em relação aos resíduos das plantas de cobertura do solo, de folhas senescentes dos pessegueiros, que junto com as suas raízes podem ser decompostas (Tagliavini et al., 2007; Ramos et al., 2011).

Como em pomares localizados em regiões com clima subtropical, como na região Sul do Brasil são escassos os estudos avaliando o impacto do uso de sistema de manejo do solo sobre o estado nutricional de pessegueiros, a produção e a composição de frutos, bem como sobre os atributos químicos do solo na linha ou entrelinha do pomar, o presente trabalho objetivou avaliar o estado nutricional, a produção e a composição de frutos de pessegueiros e a alteração de atributos do solo, em um pomar com diferentes sistemas de manejo do solo.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1. Local de instalação do experimento e tratamentos

O experimento foi realizado nas safras de 2010, 2011 e 2012 em um pomar de pessegueiro (*Prunus persica*, L. Batsch), cultivar Chamarrita, enxertado sobre o porta-enxerto Capdeboscq, em Bento Gonçalves, na Embrapa Uva e Vinho, região da Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul (latitude 29°9'54.50"S; longitude 51°32'3.87"O, altitude 690 m). O clima é subtropical, tipo Cfa, com precipitação média anual de 1736 mm, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes, com médias máximas de 27°C e mínimas de 17°C. Os meses mais frios são junho e julho, com temperaturas médias mínimas de 8°C e máximas de 17°C. Os dados médios mensais de temperatura e precipitação obtidos nas três safras são apresentados na Figura 3 (Embrapa, 2011). O solo do pomar é um Cambissolo Húmico (Embrapa, 2006), Haplumbrept soil (Soil Survey Staff, 2006), com histórico de cultivo de pessegueiro, que foi erradicado e, em seguida, foi mantido com plantas espontâneas, para posterior implantação do experimento. Na camada de 0-20 cm, antes do transplante das mudas de pessegueiro para o presente estudo, o solo apresentava as características apresentadas na Tabela 2.

Em julho de 2009 foram abertos sulcos, que consistiram as linhas de plantio dos pessegueiros, na profundidade de, aproximadamente, 20 cm, usando arado de disco acoplado a um trator. Mudas de pessegueiro foram transplantadas na densidade de 1666 plantas por hectare (1,5 m entre as plantas e 4 m entre as linhas). Em seguida, foram adicionados 3 L por m<sup>2</sup> de composto orgânico por m<sup>2</sup>. No mês de julho de 2010, 2011 e 2012, que coincidiu com o estágio fenológico do florescimento, foram adicionados novamente em cada planta 3 L por m<sup>2</sup> de composto orgânico por m<sup>2</sup>. O composto foi aplicado sobre a superfície do solo da linha de plantio, sem incorporação, na projeção da copa das

árvores, distante, aproximadamente, 30 cm do caule. O composto orgânico foi produzido a partir de compostagem aeróbia de resíduos de agroindústrias de suco, como borra e engaço; resíduos de abatedouro de aves e serragem. A composição média do composto aplicado nas safras foi 43,2% de matéria seca, 19,3% de carbono orgânico total, 2,0% N total, 0,4%  $\text{N-NH}_4^+$ , 0,4%  $\text{N-NO}_3^-$ , 0,74% P total, 2,4% K total, 8,2% Ca total, 0,3% Mg total, 18,7 mg  $\text{kg}^{-1}$  Cu total, 38,4 mg  $\text{kg}^{-1}$  Zn total, 311 mg  $\text{kg}^{-1}$  Mn total, pH em água 9,0, relação C/N 9,65 e densidade de 1,04  $\text{kg m}^{-3}$ .

Os pessegueiros no mês de junho de 2010 e 2011 foram submetidos à poda de inverno de formação e no ano de 2012 à poda de produção. O sistema de condução foi Y (ípsilon). Em outubro de 2010, 2011 e 2012 foi realizado o raleio manual de frutos, permanecendo, aproximadamente, 100 frutos por planta. Ao longo dos anos foram realizadas aplicações de fungicidas para o controle preventivo de doenças fúngicas, seguindo recomendação de Fortes (2002).

Os tratamentos foram sem cultivo de plantas de cobertura na linha e entrelinha de plantio (T1); com cultivo de plantas de cobertura implantadas na linha e entrelinha de plantio (T2) e com cultivo de plantas de cobertura espontâneas na linha e entrelinha de plantio (T3). O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com três repetições, sendo cada parcela formada por cinco plantas, distribuídas ao longo da linha de plantio. As três plantas centrais foram avaliadas. O tratamento T1 foi mantido sem plantas de cobertura. Para isso, frequentemente foram realizadas capinas manuais. No tratamento T2, com o cultivo de plantas de cobertura implantadas na entrelinha e linha de plantio dos pessegueiros, foi cultivada a aveia preta (*Avena strigosa*) e a ervilhaca (*Vicia villosa*), na densidade de 80 e 30 kg de sementes por  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. A semeadura foi realizada a lanço, em abril de 2010, 2011 e 2012, e o crescimento das plantas aconteceu no período de abril a agosto de todos os anos. A cada dois meses, antes da semeadura das plantas e depois da senescência delas, quando necessário, aproximadamente, a cada dois meses, foram realizadas roçadas e os resíduos foram depositados sobre a superfície do solo. As roçadas foram realizadas com uma roçadeira manual a, aproximadamente, 10 cm de altura. No tratamento T3 predominaram as plantas espontâneas, azevém (*Lolium multiflorum*), trevo branco (*Trifolium repens*), grama forquilha (*Paspalum* spp) e carrapicho (*Desmodium* spp). As plantas espontâneas foram roçadas a cada dois meses durante todos os anos, seguindo o mesmo procedimento detalhado anteriormente para o tratamento T2. No mês de agosto de cada safra foi determinada a matéria seca (MS) do cultivo de plan-

tas de cobertura espontâneas e de plantas de cobertura implantadas. As amostras foram retiradas com um quadrado de madeira de 0,50 x 0,50 m, nas entrelinhas de plantio, cortando o material rente ao solo. O resíduo das plantas de cobertura foi seco em estufa a 65°C até atingir massa constante. A produção de MS média das plantas de cobertura espontâneas obtida nas safras 2010 e 2011 foi de 1656 kg MS ha<sup>-1</sup> e a produção média de MS das plantas de cobertura implantadas foi de 2671 kg MS ha<sup>-1</sup>.

### **3.2.2. Coleta de folhas, análise de nutrientes e avaliação do diâmetro do caule**

Nas safras de 2010, 2011 e 2012 foram coletadas 100 folhas completas (limbo + pecíolo) por tratamento, da parte média dos ramos do ano, nos diferentes lados das plantas, na décima quarta semana após a plena floração, o que coincidiu em todos os anos ao mês de agosto (CQFS-RS/SC, 2004). As folhas foram lavadas com água destilada, secas em estufa com circulação de ar forçado a 65°C até matéria seca (MS) constante, moídas e reservadas. Determinaram-se os teores totais N, P, K, Ca e Mg no tecido, seguindo procedimento descrito por Tedesco et al. (1995). Para isso, foram pesados 0,200 g de MS e adicionado em tubo de digestão (25 x 250 mm). Em seguida, adicionou-se 1 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Logo depois foram adicionados 0,7 g da mistura de digestão (90,9% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 9,1% CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O).

Posteriormente, os tubos foram colocados e aquecidos em bloco digestor a uma temperatura de 150°C. Ao longo da digestão a temperatura foi elevada gradativamente (50°C a cada 30 minutos), até 350°C. Depois da completa digestão do tecido e predomínio da cor amarela-esverdeada, eles permaneceram no bloco digestor com a temperatura de 350°C por mais 60 minutos. Em seguida, em cada tubo de digestão foi adicionado água destilada para completar o volume a 50 ml. Retirou-se 10 ml para a determinação de N total. Os 10 ml foram adicionados em tubo de digestão e, imediatamente, foram adicionados 10 ml de NaOH 10 mol L<sup>-1</sup>. Imediatamente o tubo de digestão foi acoplado ao destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldahl.

A destilação do N total foi realizada até recolher 35 ml de destilado, em 5 ml de indicador, ácido bórico. Imediatamente, o extrato foi titulado com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 mol L<sup>-1</sup>, o que permitiu a quantificação do teor de N total em cada amostra. No restante do extrato obtido da digestão do tecido das folhas foram determinados os teores totais de P, K, Ca e Mg.

O P total foi determinado usando espectrofotômetro, com absorvância de 660 nanômetros (Tedesco et al., 1995). O teor de K total foi determinado em fotômetro de chama e os teores de Ca e Mg totais foram quantificados em espectrofotômetro de absorção atômica (Tedesco et al., 1995).

O diâmetro do caule dos pessegueiros foi determinado no mês de novembro de 2010, 2011 e 2012 a, aproximadamente, 10 cm acima do ponto de enxertia. Para isso, utilizou-se um paquímetro digital.

### **3.2.3. Coleta de frutos e análise da composição química**

O número de frutos por planta somente foi contado nas safras de 2010 e 2012 na plena maturação dos frutos, que coincidiu com o mês de novembro. Foram contados manualmente todos os frutos de cada planta. Nas safras de 2010, 2011 e 2012 foram escolhidos aleatoriamente dez frutos por tratamento e determinado o diâmetro, usando paquímetro digital e quantificada a massa, usando balança de precisão. Além disso, dez frutos por tratamento foram escolhidos aleatoriamente, esmagados e no suco foi determinado o teor de SST, usando um refratômetro digital de bancada com controle de temperatura; a acidez total titulável, através da titulometria de neutralização com NaOH 0,1 N, usando fenolfetaleína como indicador e os valores de pH, utilizando um pHmetro digital de bancada (Zhang et al., 2005).

### **3.2.4. Coleta de solo e análises químicas**

Em setembro de 2012, 36 meses depois do transplante das mudas de pessegueiro, foi coletado solo usando um tubo de PVC de 200 mm e comprimento de 15 cm, na entrelinha e linha de plantio das plantas, em todos os tratamentos. Para a coleta na linha de plantio, o tubo de PVC foi inserido no solo, distante 0,75 m do caule, projeção da copa, nas três plantas centrais de cada parcela. Na coleta de solo na entrelinha de plantio, o tubo de PVC foi inserido no solo, com auxílio de uma marreta de borracha, distante 2,0 m do caule das plantas, nas três plantas centrais de cada parcela.

Depois da coleta, o solo foi retirado cuidadosamente do tubo de PVC e fracionado nas camadas de 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-10 e 10-15 cm. O solo foi seco em estufa com circulação de ar forçado a 45°C, moído e passado em peneira de 2 mm de abertura. Avaliou-se o valor de pH em água, usando a relação 1:1 (solo e água), determinados após 30 min de equilíbrio, usando pHmetro digital (Tedesco et al., 1995). A determi-

nação da matéria orgânica (MO) foi pelo método Walkley-Black (Embrapa, 1997). O P disponível e o K trocável foram extraídos com a solução de  $\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados em espectrofotômetro e fotômetro de chamas, respectivamente. Os teores trocáveis de Ca e Mg foram extraídos pela solução de  $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados em espectrofotômetro de absorção atômica.

### **3.2.5. Análise estatística**

A análise estatística dos dados foi realizada usando o programa SAS (Sas Institute, 2002), através de contrastes ortogonais, comparando-se os parâmetros em cada ano de produção e em cada camada de solo separadamente. Os contrastes testados para os teores totais de N, P, K, Ca e Mg nas folhas; produção por planta, diâmetro de caule, massa de fruto, diâmetro de fruto; valores de SST, pH e acidez total titulável foram: contraste C1: comparação do tratamento sem cultivo de plantas de cobertura (T1) com o cultivo de plantas de cobertura implantadas (T2); contraste C2: comparação do tratamento sem cultivo de plantas de cobertura (T1) com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas (T3), e o contraste C3: comparação do cultivo de plantas de cobertura implantadas com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas (T2 e T3).

Os contrastes testados para os parâmetros de solo em diferentes camadas foram os mesmos descritos anteriormente, acrescidos do contraste que compara os solos localizados na entrelinha com aqueles da linha de plantio do pessegueiro.

## **3.3. RESULTADOS**

### **3.3.1. Teor total de nutrientes em folhas, produção de frutos, diâmetro de caule e composição de frutos**

O teor de N total nas folhas de pessegueiro variou entre tratamentos no primeiro ano de amostragem (2010). Essa variável foi menor nas folhas coletadas no tratamento com o cultivo com plantas de cobertura espontâneas, em relação ao teor observado nas folhas dos pessegueiros sem plantas de cobertura (Tabela 3).

Nessa mesma coleta (2010) o teor de N total nas folhas de pessegueiro não diferiu entre os cultivos com plantas de cobertura implantadas e plantas de cobertura espontâneas. O mesmo aconteceu entre as

folhas coletadas em pessegueiros cultivados com solo sem plantas de cobertura, comparativamente as folhas das plantas com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas. Nas safras de 2011 e 2012, verificou-se que o teor de N total nas folhas de pessegueiro foi igual entre os tratamentos.

Na safra de 2010, verificou-se maiores teores de Ca nas folhas de pessegueiro sem cultivo de plantas em relação, as duas áreas com plantas de cobertura (Tabela 3). Nas safras 2010, 2011 e 2012, não se verificaram diferenças entre os teores de P, K e Mg nas folhas de pessegueiros nos diferentes tratamentos.

Na safra de 2010, a produção de pêssego e a massa de frutos foi maior nos pessegueiros cultivados com plantas de cobertura espontâneas, comparativamente à verificada nos pessegueiro com o cultivo sem plantas de cobertura, mas não se verificaram diferenças significativas entre áreas sem plantas de cobertura em relação àquelas com plantas de cobertura implantadas, nem entre áreas com plantas de cobertura implantadas e com plantas de cobertura espontâneas (Tabela 4). Nas demais safras não se verificaram diferenças na produção e massa de pêssego em nenhum dos tratamentos avaliados.

O diâmetro dos frutos, na safra de 2012, foi maior nos pessegueiros cultivados com plantas de cobertura implantadas, comparativamente aos frutos das plantas do cultivo sem plantas de cobertura. O mesmo comportamento foi verificado para o diâmetro do fruto através do onde o maior diâmetro foi observado no cultivo com plantas de cobertura espontâneas, em relação aos pessegueiros sem plantas de cobertura (Tabela 4), enquanto o diâmetro dos frutos não diferiu entre os pessegueiros cultivados com plantas de cobertura implantadas, comparativamente aos frutos colhidos nos pessegueiros cultivados com plantas de cobertura espontâneas.

Em relação a diâmetro do caule, somente foram observadas diferenças entre tratamentos no último ano de avaliação. Na safra de 2012, o valor de diâmetro do caule foi maior nos pessegueiros cultivados com plantas de cobertura implantadas, comparativamente ao diâmetro do caule verificado nos pessegueiros com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas. Na safra de 2012, o valor de diâmetro do caule não diferiu entre os pessegueiros submetidos ao cultivo sem plantas de cobertura, comparativamente aos pessegueiros com o cultivo com plantas de cobertura espontâneas, e cultivo com plantas de cobertura implantadas comparativamente ao cultivo com plantas de cobertura espontâneas.



Nas safras de 2010, 2011 e 2012, não foram verificadas diferenças através da análise de contrastes para os valores de SST, pH e acidez total titulável nos frutos entre os diferentes tratamentos (Tabela 5).

### **3.3.2. Valor de pH, teores de matéria orgânica e nutrientes no solo**

A acidez ativa, estimada pelos valores de pH em água de áreas com plantas de cobertura implantadas foi menor, em todas as camadas de solo, em comparação aos valores observados no solo com plantas espontâneas (Tabela 6). Já o pH em todas as camadas do solo sem plantas de cobertura foi maior que o observado no solo com plantas de cobertura implantadas. Os valores de pH em água em todas as camadas não diferiram entre o solo sem plantas de cobertura e com plantas de cobertura espontâneas. Os valores de pH até a camada de 7,5-10,0 cm foram menores no solo da entrelinha, comparativamente ao solo da linha de cultivo.

Os teores de matéria orgânica foram maiores no solo com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas do que naqueles com plantas de cobertura implantadas, mas somente na camada de 0-2,5 cm (Tabela 6). Os teores de matéria orgânica nas camadas de 0-2,5, 2,5-5,0 e 5,0-7,5 cm foram menores no solo sem plantas de cobertura do solo, em relação ao solo com plantas de cobertura implantadas. Os teores de matéria orgânica de 0 até 10 cm de profundidade no solo sem plantas de cobertura foram menores que os verificados no solo cultivado com plantas de cobertura espontâneas. Os maiores teores de matéria orgânica foram observados nas camadas mais superficiais do solo (0-2,5 cm), especialmente no solo com a presença de plantas de cobertura implantada. Os teores de matéria orgânica observados nas camadas de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm foram maiores na linha de plantio, comparativamente aos teores verificados na entrelinha.

Os teores de P disponível até 15 cm de profundidade foram maiores no solo com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas, comparativamente ao solo com plantas de cobertura implantadas e sem plantas de cobertura (Tabela 7). O teor de P disponível somente na camada de 0-2,5 cm foi menor no solo sem plantas de cobertura, comparativamente ao solo com plantas de cobertura implantadas. O teor de P disponível diminuiu em profundidade no solo em todos os tratamentos. Os teores de P disponível observados nas camadas de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm

foram maiores no solo da linha de plantio, em relação ao solo da entrelinha.

O teor de K trocável até 15 cm de profundidade foi maior no solo cultivado com plantas de cobertura espontâneas, comparativamente ao solo com plantas de cobertura implantadas e sem cultivo de planta de cobertura (Tabela 7). O teor de K trocável em todas as camadas do solo não diferiu entre o solo sem plantas de cobertura e com plantas de cobertura implantadas. O teor de K trocável em todas as camadas até 15 cm foi maior na linha de plantio, em relação ao observado na entrelinha.

O teor de Ca trocável até 15 cm de profundidade foi maior no solo cultivado com plantas de cobertura espontâneas, comparativamente ao solo com plantas de cobertura implantadas e sem cultivo de plantas de cobertura (Tabela 8). O solo da camada de 0-2,5 cm apresentou maior teor de Ca trocável no tratamento sem plantas de cobertura, em relação ao solo com plantas de cobertura implantadas. O teor de Ca trocável observado na camada de 0-2,5 cm foi maior na linha de plantio, comparativamente ao teor verificado na entrelinha de plantio do solo cultivado com pessegueiros.

O teor de Mg trocável na camada de 0-2,5 cm foi maior no solo com plantas de cobertura espontâneas, comparativamente ao solo cultivado com plantas de cobertura implantadas e sem cultivo de plantas de cobertura (Tabela 8). O teor de Mg trocável observado na camada de 0-2,5 cm foi menor no solo cultivado sem plantas de coberturas, comparativamente ao solo cultivado com plantas de cobertura implantadas. As camadas de solo de 2,5-5,0, 5,0-7,5, 7,5-10,0 e 10,0-15,0 cm apresentaram teores iguais de Mg trocável em todos os manejos do solo adotados. O solo da camada de 0-2,5 cm, apresentou maior teor de Mg trocável na entrelinha, comparativamente a linha de plantio, em todos os tratamentos.

### 3.4. DISCUSSÃO

Na safra de 2010 o teor de N total nas folhas foi maior nos pessegueiros cultivados em solo sem plantas de cobertura do que naqueles cultivados no solo com plantas de cobertura espontâneas (Tabela 3). Isso pode ser atribuído possivelmente, a maior mineralização da matéria orgânica no solo sem plantas de cobertura espontâneas, por causa, do frequente revolvimento do solo, o que pode incrementar as formas de N mineral no solo, que são potencialmente absorvidas pelas plantas (Policarpo et al., 2002; Dalla Rosa et al., 2009). No entanto, nas safras de 2011 e 2012 os teores totais de N nas folhas dos pessegueiros não foram

afetados pelo tipo de manejo do solo e isso pode ser atribuído aos teores similares de matéria orgânica do solo dos diferentes tratamentos nos primeiros anos de avaliação, o que confere hipoteticamente quantidade igual de N mineral disponível no solo (Brunetto et al., 2012; Montanaro et al., 2012).

Nas safras de 2010, 2011 e 2012, os teores totais semelhantes de P, K, Mg e Ca nas folhas de pessegueiro cultivados em solo com os diferentes manejos de cobertura pode ser decorrência dos teores de P disponível e trocáveis de K, Ca e Mg, suficientes em todos os tratamentos para suprir a demanda dos pessegueiros. Exemplo disso foi o teor de K trocável no solo depois de 37 meses, que em todas as camadas avaliadas na linha e entrelinha de plantio, sem plantas de cobertura e com a presença de plantas de cobertura espontâneas e implantadas (Tabela 3) era alto e muito alto ( $61\text{--}120\text{ mg kg}^{-1}$  e  $> 120\text{ mg kg}^{-1}$ , para solos com  $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$  de 5,1-15,0, respectivamente) (CQFS-RS/SC, 2004).

Os teores de nutrientes no solo da linha e entrelinha de plantio dos pessegueiros, possivelmente suficientes em todos os tipos de manejo do solo, resultaram em teores iguais da maioria dos nutrientes na maioria das safras. Isso promoveu produção de pêssego e valores de pH, acidez total titulável e SST iguais em todas as safras e afetou pouco o diâmetro e massa dos frutos (Tabela 4 e 5). Mas, na safra 2012 o diâmetro do caule dos pessegueiros (Tabela 4) foi maior no tratamento cultivado com plantas de cobertura implantadas e isso pode ser explicado ao aumento do vigor das plantas, especialmente, por causa da aquisição de N do solo derivado da fixação biológica, simbiótica, pela a ervilhaca e/ou assimbiótica, que pode acontecer em gramíneas, como a aveia (Franchini et al., 2009).

Os maiores valores de pH em água em todas as camadas do solo cultivado com plantas de cobertura espontâneas, comparativamente ao solo com o cultivo de plantas de cobertura implantadas (Tabela 6) pode ser atribuído às roçadas da parte aérea das plantas a cada dois meses, com deposição e posterior decomposição dos resíduos na superfície do solo pela população microbiana, liberando compostos orgânicos aniônicos que complexam  $\text{H}^+$  e mesmo o  $\text{Al}^{3+}$  (Franchini et al., 2007) ou, também por causa da descarboxilação de ânions orgânicos, que promove a protonação de íons  $\text{H}^+$  (Franchini et al., 2002). Além disso, com a remoção da parte aérea das plantas de cobertura espontâneas, ocorre a metabolização e translocação de carboidratos das raízes para a parte aérea, que serão utilizados para a reposição da folhagem e do aparato fotossintético. Isso permitirá à planta continuar seu crescimento e emitir raízes jovens, estimulando a senescência daquelas com maior idade, que serão

decompostas, também contribuindo para a produção de ácidos orgânicos aniônicos ao longo do perfil do solo (Franchini et al., 2002; Franchini et al., 2007).

Os menores valores de pH no solo, até 15 cm de profundidade, no tratamento com o cultivo de plantas implantadas, em relação ao solo com plantas espontâneas (Tabela 6), pode ser explicado em parte pela deposição da parte aérea das plantas na superfície do solo, em maior quantidade apenas uma vez ao ano, no mês de agosto. Com uma maior quantidade de matéria seca da parte aérea nesse tratamento, a área de contato entre os resíduos e o solo diminuiu, retardando a atividade da população microbiana e, por consequência, a decomposição e liberação de compostos orgânicos aniônicos, o que retarda a adsorção de  $H^+$  e, por consequência, a elevação do valor de pH (Ramos et al., 2011). Outra possibilidade é a acidificação resultante da nitrificação do N aportado pela fixação biológica do N associada às plantas de ervilhaca (Silva et al., 2013).

Os maiores valores de pH em água no solo da linha de cultivo, comparativamente ao solo da entrelinha (Tabela 6), pode ser explicado em parte porque na linha foi adicionado composto orgânico, ao longo dos anos, como fonte de nutriente para os pessegueiros. O composto orgânico usado possuía em média valores de pH de 9,0, o que incrementa a concentração de  $OH^-$  no solo e pode estimular o consumo de  $H^+$  e também decorrente das quantidade de compostos orgânicos produzidos capazes de adsorver  $H^+$  (Adani et al., 2007). Além disso, o composto orgânico aplicado no solo da linha de plantio, depois de mineralizado, aumenta certas formas de N no solo, como o  $NH_4^+$  e  $NO_3^-$  (Baldi et al., 2010), o que pode estimular o crescimento e a proliferação de raízes jovens no solo. As raízes mais velhas e, por consequência, mais grossas e pigmentadas, ao entrar em senescência, serão decompostas pela população microbiana do solo (Guo et al., 2005), também contribuindo para incrementar a produção de compostos orgânicos aniônicos, que adsorvem  $H^+$ .

Os valores de pH em água em todas as camadas do solo cultivado sem plantas de cobertura foram maiores que aqueles do solo com plantas implantadas (Tabela 6). Isso pode ser explicado, em parte, à deposição de resíduos da parte aérea das plantas de cobertura, espontâneas e implantadas, na superfície do solo. Durante a decomposição desses resíduos pode acontecer a amonificação microbiana, ocorrendo o incremento de  $NH_3$ . Posteriormente pode haver o aumento do teor de  $NH_4^+$  que, pela nitrificação, pode causar o aumento do teor de  $NO_3^-$  no solo e

também incrementar a produção de  $H^+$ , o que provoca o decréscimo do valor de pH (Franchini et al., 2007; Ruiz-Colmenero et al., 2011).

Os maiores teores de matéria orgânica do solo na camada mais superficial, de 0-2,5 cm, do solo cultivado com plantas implantadas, comparativamente ao solo cultivado com plantas espontâneas (Tabela 6), podem ser atribuídos à maior produção de MS das plantas de cobertura (aveia + ervilhaca) de  $2671 \text{ kg ha}^{-1}$ . Nessas condições ocorre a lixiviação de C orgânico solúvel para o solo, que pode ser rapidamente usado pela população microbiana (Ramos et al., 2011), acelerando a decomposição dos resíduos remanescentes. Em um segundo momento ocorre a degradação de compostos orgânicos recalcitrantes, que apresentam diferentes graus de degradação, processo que pode ser acelerado pela presença de material orgânico mais lábil (Ramos et al., 2010).

Os maiores teores de matéria orgânica no solo com o cultivo de plantas espontâneas e implantadas, comparativamente àquele do solo sem plantas de cobertura (Tabela 6) podem ser explicados pela deposição e decomposição de resíduos da parte aérea na superfície do solo, bem como pela decomposição de raízes das espécies, o que promove o aumento do teor de C no solo (Sofo et al., 2005). Somado a isso, os teores de matéria orgânica foram maiores na camada mais superficial do solo, especialmente, no solo com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas e implantadas, manejo onde não houve revolvimento do solo, retardando a oxidação da matéria orgânica (Ramos et al., 2010; Ramos et al., 2011; Montes-Borrego et al., 2013). É desejável a manutenção dos teores de C orgânico do solo de pomares ou, quando possível, o incremento do seu teor. Isso é possível, por exemplo, com a manutenção de plantas de cobertura espontâneas ou implantadas, pois há estímulo da agregação do solo, melhoria da porosidade e da estrutura do solo, o que aumenta a infiltração e o armazenamento de água. Essa prática também aumenta a capacidade de troca de cátions, minimizando as perdas de nutrientes e aumentando a sua disponibilidade às plantas (Sofo et al., 2005; Steenwerth & Belina, 2008). Por outro lado, no solo sem plantas de cobertura, sucessivas capinas, ao longo de 30 meses, mobilizaram as camadas mais superficiais do solo, estimulando a oxidação de compostos orgânicos e, por consequência, a sua decomposição e a emissão de  $CO_2$  para a atmosfera (Sofo et al., 2005; Bravo et al., 2012). Além disso, no solo sem plantas de cobertura do solo a energia cinética da gota da chuva pode ter desagregado o solo, sendo parte das partículas, inclusive aquelas de matéria orgânica, transportadas para áreas adjacentes ao pomar (Montes-Borrego et al., 2013).

Os maiores teores de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo, 0-2,5 e 2,5-5,0 cm na entrelinha de plantio, comparados aos teores na linha de plantio (Tabela 6), podem ser atribuídos a deposição de resíduos das plantas de cobertura (Meagher & Meyer, 1990; Ramos et al., 2010).

Os maiores teores de P disponível e K, Ca e Mg trocáveis na maioria das camadas do solo cultivado com plantas de cobertura espontâneas, comparativamente ao solo com plantas de cobertura implantadas (Tabela 7 e 8), pode ser atribuído às roçadas da parte aérea das plantas. Essas práticas promoveram novo crescimento da folhagem e emissão de raízes jovens, que exploraram camadas mais profundas do solo e absorveram nutrientes, os quais foram incorporados no tecido da parte aérea e/ou raízes (Ramos et al., 2011). Com as roçadas os resíduos depositados na superfície do solo e os nutrientes foram decompostos e retornaram ao solo. Além disso, aqueles nutrientes contidos nas raízes, depois da sua decomposição, também podem ter retornado ao solo, incrementado os teores de nutrientes ao longo do perfil. O P no tecido vegetal é encontrado no vacúolo da célula, especialmente, na forma de P inorgânico e monoésteres, que são formas solúveis em água (Giacomini et al., 2003) e, por isso, pode ser facilmente lixiviado dos resíduos. O restante do P nos resíduos permanece em formas não solúveis em água, como diésteres (ácidos nucleicos, fosfolípidios e fosfoproteínas), que são liberadas para solo depois da atuação da população microbiana (Ramos et al., 2010; Ramos et al., 2013). Já o K é um cátion que não está associado a nenhum componente estrutural no tecido vegetal (Brunetto et al., 2005) e, normalmente é encontrado na forma solúvel em resíduos de espécies de plantas de cobertura depositados na superfície do solo (Giacomini et al., 2003). Assim, o elemento pode ser facilmente lixiviado dos resíduos para o solo pela água das precipitações. O Ca nos tecidos fica ligado ao pectatos da parede celular (Serbin et al., 2009) e, com isso, sua liberação está muito associada à degradação dos resíduos depositados no solo pela população microbiana. Já o Mg faz parte de constituintes celulares, sendo parte ligado aos constituintes estruturais, sendo liberado ao longo da decomposição dos resíduos (Gucci et al., 2012).

O menor teor de P no solo cultivado sem plantas de cobertura, comparativamente ao solo com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas ou com plantas de cobertura implantadas, pode ser atribuído à transferência de P na forma solúvel na solução escoada na superfície do solo (Celette et al., 2009; Gucci et al., 2012). Mas também, na forma particulada, que é a diferença entre o P total e o P solúvel (Haygarth & Sharpley, 2000). As formas de P transferidas na solução escoada na su-

perície em solos cultivados têm sido uma das principais fontes com potencial de contaminação de águas superficiais adjacentes as terras cultivadas (Jiao et al., 2011). Além das formas de P, em solos cultivados sem plantas de cobertura, pode acontecer a transferência de K e Ca na solução do solo em formas mineral ou adsorvidos na superfície de partículas inorgânica ou orgânica, causando uma diminuição da disponibilidade no solo (Steenwerth & Belina, 2008; Montes-Borrego et al., 2013)

Os maiores teores de P disponível e K e Ca trocáveis observados no solo da linha de plantio dos pessegueiros, em comparação com a entrelinha, podem ser atribuídos à decomposição e liberação de folhas senescentes de pessegueiros depositadas sobre a superfície do solo (Tagliavini et al., 2007; Tworowski & Gleen, 2010), à decomposição de raízes de plantas, como os pessegueiros (Baldi et al., 2010), ou ainda à mineralização do composto orgânico depositado na linha de plantio (Bustamante et al., 2011; Bravo et al., 2012).

### 3.5. CONCLUSÕES

1. O teor total de nitrogênio nas folhas de pessegueiro aumentou nas áreas sem plantas de cobertura, enquanto que o teor total de cálcio aumentou nas áreas com plantas de cobertura.

2. Os pessegueiros jovens apresentaram maior diâmetro de caule e o maior teor de matéria orgânica do solo foi observado na área com o consórcio de plantas de cobertura hibernais.

3. O manejo de plantas de cobertura em pomar de pessegueiro não afetou a produção e composição dos pêssegos.

4. O cultivo de plantas de cobertura implantadas nas entrelinhas de plantio do pomar de pessegueiro promoveu maior acúmulo de matéria orgânica do solo, especialmente nas camadas mais superficiais do solo, mas não afetou a produção e a composição dos frutos.

5. Os maiores teores de nutrientes, como fósforo disponível, potássio trocável e cálcio trocável, e valores de pH em água foram observados no solo com o cultivo de plantas de cobertura espontâneas nas linhas e entrelinhas de plantio do pomar de pessegueiro, por causa das frequentes roçadas e posterior decomposição dos resíduos na superfície do solo.

### 3.6. REFERÊNCIAS

ADANI, F.; GENEVINI, P.; RICCA, G.; TAMBONE, F.; MONTONERI, E. Modification of soil humic after 4 years of compost application. **Waste Management**. v. 27, p. 319-324, 2007.

BALDI, E. ; TOSELLI, M. ; MARANGONI, B. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. **Journal of Plant Nutrition**. v. 33, p. 2050-2062, 2010.

BRAVO, K.; TOSELLI, M.; BALDI, E.; MARCOLINI, G.; SORRENTI, G.; QUARTIERI, M.; MARANGONI, B. Effect of organic fertilization on carbon assimilation and partitioning in bearing nectarine trees. **Scientia Horticulturae**. v.137, p.100-106, 2012.

BRUNETTO, G.; GATIBONI, L. C.; SANTOS, D. R.; SAGGIN, A.; KAMINSKI, J. Nível crítico e resposta das culturas ao potássio em um argissolo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, p. 565-571, 2005.

BUSTAMANTE, M. A.; SAID-PULLICINO, D.; AGULLÓ, E.; ANDREU, J.; PAREDES, C.; MORAL, R. Application of winery and distillery waste composts to a Lumilla (SE Spain) vineyard: Effects on the characteristics of a calcareous sandy-loam soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 140, p. 80-87, 2011.

CELETTE, F.; FINDELING, A.; GARY, C. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. **European Journal of Agronomy**. v. 30, p. 41-51, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBSC Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

DALLA ROSA, J.; MAFRA, A. L.; NOHATTO, M. A.; FERREIRA, E. Z.; OLIVEIRA, O. L. P.; MIQUELLUTI, D. J.; CASSOL, P. C.; MEDEIROS, J. C. Atributos químicos do solo e produtividade de videiras alterados pelo manejo de coberturas verdes na Serra Gaúcha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, p. 179-187, 2009.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa - SNLCS, 1997, 247p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006, 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Normal Climatológica 2011.** Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/proderv/meteorologia/bento-normais.html>>. Acesso em: 01/07/2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção de pêssego de mesa na região da Serra Gaúcha.** Versão eletrônica Jan 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegueo/PessegueoMesaRegiaoSerraGaucha/index.htm>> Acesso em 01/08/2012.

FORTES, J.F. Tratamento de inverno para o cultivo de pessegueiro. Comunicado Técnico 70. Mapa: Embrapa, Pelotas, RS, 2002.

FRANCHE, C.; LINDSTROM, K.; ELMERICH, C. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. **Plant Soil.** v. 321, p. 35-59, 2009.

FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil, **Soil and Tillage Research.** v. 92, p. 18-29, 2007.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 27, p. 325-334, 2003.

GUCCI, R.; CARUSO, G.; BERTOLLA, C.; URBANI, S.; TATICCHI, A.; ESPOSTO, S.; SERVILI, M.; SIFOLA, M. I.; PELLEGRINI, S.; PAGLIAI, M.; VIGNOZZI, N. Changes of soil properties and tree per-

formance induced by soil management in a high-density olive orchard. **European Journal of Agronomy**. v. 41, p. 18-27, 2012.

GUO, L. B.; HALLIDAY, M. J.; SIAKIMOTU, J. M.; GIFFORD, R. M. Fine root and litter input: Its effect on soil carbon. **Plant and Soil**. v. 272, p. 1-10, 2005.

HAYGARTH, P.M. & SHARPLEY, A.N. Terminology for phosphorus transfer. *Journal Environment Quality*. v. 29, p. 10-15, 2000.

JIAO, P. ; XU, D. ; WANG, S. ; ZHANG, T. Phosphorus loss by surface runoff from agricultural field plots with different cropping systems. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 90, p. 23-32, 2011.

MEAGHER, J. R. L; MEYER, J. R. Effects of ground cover management on certain abiotic and biotic interactions orchard ecosystems. **Crop Protection**. v. 9, p. 65-72, 1990.

MICHOS, M. C.; MAMOLOS, A. P.; MENEXES, G. C.; TSATSARELIS, C. A.; TSIRAKOGLU, V. M.; KALBURTI, K. L. Energy inputs, outputs and greenhouse gas emissions in organic integrated and conventional peach orchards. **Ecological Indicators**. v. 13, p. 22-28, 2013.

MONTANARO, G.; DICHIO, B.; BATI, C. B.; XILOYANNIS, C. Soil management affects carbon dynamics and yield in a Mediterranean peach orchard. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 61, p. 46-54, 2012.

MONTES-BORREGO, M.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; LANDA, B. B. Linking microbial functional diversity of olive rhizosphere soil to management systems in commercial orchards in southern Spain. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v. 181, p. 169-178, 2013.

POLICARPO, M.; MARCO, L. D.; CARUSO, T.; GIOACCHINI, P.; TAGLIAVINI, M. Dynamics of nitrogen uptake and partitioning in early and late fruit ripening peach (*Prunus persica*) tree genotypes under a mediterranean climate. **Plant and Soil**. v. 239, p. 207-214, 2002.

RAMOS, M. E. et al. Cover crops under different managements vs. Frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. **Applied Soil Tillage**. v. 44, p. 6-14, 2010.

RAMOS, M. E.; BENÍTEZ, E.; GARCÍA, P. A.; ROBLES, A. B. Soil responses to different management practices in rainfed orchards in semiarid environments. **Soil & Tillage Research**. v. 112, p. 85-91, 2011.

RODRIGUES, M.A.; CORREIA, C. M.; CLARO, A. M.; FERREIRA, I. Q.; BARBOSA, J. C.; MOUTINHO-PEREIRA, J. M.; BACELAR, E. A.; FERNANDES-SILVA, A. A.; ARROBAS, M. Soil nitrogen availability in olive orchards after mulching legume cover crop residues. **Scientia Horticulturae**. v. 158, p. 45-51, 2013.

RUIZ-COLMENERO, M.; BIENES, R.; MARQUES, M. J. Soil and water conservation dilemmas associated with the use of green cover in steep vineyards. **Soil & Tillage Research**. v. 117, p. 211-213, 2011.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary: SAS, 2002. 200p.

SILVA, A. B.; LIRA JUNIOR, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FIGUEIREDO, M. D. V. B.; VICENTIN, R. P. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 37, p. 502-511, 2013.

SOFO, A.; NUZZO, V.; PALESE, A. M.; CELANO, G.; ZUKOWSKYJ, P.; DICHIO, B. Net CO<sub>2</sub> storage in mediterranean olive and peach orchards. **Scientia Horticulturae**. v. 107, p. 17-24, 2005.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**, 2nd ed. US Government Printing Office, Washington DC, 2006. 333p.

STEENWERTH, K.L.; BELINA, K.M. Cover crops and cultivation: Impacts on soil N dynamics, nitrous oxide efflux, and microbiological function in a Mediterranean vineyard agroecosystem. **Applied Soil Ecology**. 40, 370-380, 2008.

TAGLIAVINI, M. ; TONON, G. ; SCANDELLARI, F. ; QUIÑONES, A. ; PALMIERI, S. ; MENARBIN, G. ; GIOACCHINI, P. ; MASIA, A. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in orchard. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v. 118, p. 191-200, 2007.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174 p.

TOSELLI, M.; BALDI, E.; SORRENTI, G.; QUARTIERI, M.; MARRANGONI, B. Evaluation of the effectiveness of soil-applied plant derivatives of *Meliaceae* species on nitrogen availability to peach trees. **Scientia Horticulturae**. v. 124, p.183-188, 2010.

TWORKOSKI, T. J.; GLENN, D. M. Long-term effects of managed grass competition and two pruning methods on growth and yield of peach trees. **Scientia Horticulturae**. v. 126, p. 130-137, 2010.

ZHANG, W.; CHEN, K.; ZHANG, B.; SUN, C.; CAI, C.; ZHOU, C.; XU, W.; ZHANG, W.; FERGUNSON, I. B. Postharvest responses of Chinese bay berry fruit. **Postharvest Biology and Technology**. 37, 241-251, 2005.

**Tabela 2.** Características de um solo Cambissolo Húmico antes do cultivo com pessegueiro.

Característica	Unidade	0-20 cm
Argila	g kg <sup>-1</sup>	310,8
Matéria orgânica	g kg <sup>-1</sup>	26,5
pH em água	-	5,6
Al trocável	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,0
Ca trocável	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,8
Mg trocável	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,9
P disponível	mg dm <sup>-3</sup>	8,2
K trocável	mg dm <sup>-3</sup>	195,4
CTC a pH 7,0	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	10,6
CTC efetiva	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	10,1
Saturação por bases	%	95,4

**Tabela 3.** Teores totais de N, P, K, Ca e Mg em folhas de pessegueiro cultivados em um solo Cambissolo Húmico com diferentes manejos, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.

	Safra	Tratamento			CV (%)
		T1	T2	T3	
N (%)	2010	2,11	1,70	1,44	13,35
	2011	2,66	2,83	2,56	10,59
	2012	2,64	2,65	2,65	7,58
P (%)	2010	0,21	0,24	0,22	22,92
	2011	0,17	0,15	0,18	13,47
	2012	0,19	0,21	0,20	5,29
K (%)	2010	1,55	1,66	1,51	16,51
	2011	1,96	1,91	1,66	16,16
	2012	2,16	2,05	2,10	5,52
Ca (%)	2010	1,34	0,99	0,87	11,68
	2011	2,11	2,06	2,13	3,75
	2012	1,93	1,82	1,83	5,48
Mg (%)	2010	0,36	0,32	0,31	8,32
	2011	0,53	0,51	0,53	4,63
	2012	0,54	0,51	0,51	7,28
Contrastes entre tratamentos					
		Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura implantadas	Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura espontâneas	Plantas de cobertura implantadas x plantas de cobertura espontâneas	
N (%)	2010	ns	*	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
P (%)	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
K (%)	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
Ca (%)	2010	*	*	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
Mg (%)	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	

T1: Sem plantas de cobertura; T2: Plantas de cobertura implantadas; T3: Plantas de cobertura espontâneas. \*, \*\*, \*\*\* Houve diferença significativa entre os tratamentos que formam contraste a ( $P<0,05$ ) ( $P<0,01$ ) ( $P<0,001$ ), respectivamente. ns = contrastes não significativos.

**Tabela 4.** Produção, diâmetro de caule, massa e diâmetro de frutos, em pessegueiros cultivados em um solo Cambissolo Húmico com diferentes manejos, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.

	Safr	Tratamento			CV (%)
		T1	T2	T3	
Produção por planta (kg ha <sup>-1</sup> )	2010	6,89	8,77	10,15	8,02
	2011	nd	nd	nd	nd
	2012	4,51	7,30	8,26	28,54
Diâmetro de caule (mm)	2010	37,33	37,52	60,87	29,53
	2011	47,52	70,37	69,39	23,92
	2012	60,00	83,71	80,59	13,13
Massa de fruto (g)	2010	69,20	88,77	101,53	12,14
	2011	95,61	86,45	99,43	10,85
	2012	64,49	72,59	71,86	12,11
Diâmetro de fruto (mm)	2010	5,07	5,50	5,57	6,04
	2011	5,18	5,35	5,17	8,98
	2012	4,62	5,34	5,32	5,34
Contrastes entre Tratamentos					
		Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura implantadas	Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura espontâneas	Plantas de cobertura implantadas x plantas de cobertura espontâneas	
Produção por planta (kg ha <sup>-1</sup> )	2010	ns	-*	ns	
	2011	nd	nd	nd	
	2012	ns	ns	ns	
Diâmetro de caule (mm)	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	-*	ns	ns	
Massa de fruto (g)	2010	ns	-**	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
Diâmetro de fruto (mm)	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	-*	-*	ns	

T1: Sem plantas de cobertura; T2: Plantas de cobertura implantadas; T3: Plantas de cobertura espontâneas. \*, \*\*, \*\*\* Houve diferença significativa entre os tratamentos que formam contraste a (P<0,05) (P<0,01) (P<0,001), respectivamente. ns = contrastes não significativos. O sinal negativo (-) antes do asterisco (\*) indica que o grupo de tratamentos a direita que contrasta com o grupo anterior de tratamentos para formar o contraste, apresenta valor maior da variável. nd = não determinado.

**Tabela 5.** Valores de sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez total titulável em frutos de pessegueiro cultivados em um solo Cambissolo Húmico com diferentes manejos, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.

	Safr	Tratamentos			CV (%)
		T1	T2	T3	
SST (°Brix)	2010	8,67	8,77	8,57	6,42
	2011	10,55	10,47	9,23	7,48
	2012	6,60	7,30	7,23	4,80
pH	2010	3,68	3,59	3,60	2,95
	2011	3,50	3,63	3,60	0,93
	2012	3,57	3,52	3,54	1,20
Acidez total titulável (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2010	8,17	11,87	11,40	23,15
	2011	10,55	10,47	9,23	10,75
	2012	6,02	6,95	6,53	8,85
Contrastes entre Tratamentos					
		Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura implantadas	Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura espontâneas	Plantas de cobertura implantadas x plantas de cobertura espontâneas	
SST (°Brix)	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
pH	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	
Acidez total titulável (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2010	ns	ns	ns	
	2011	ns	ns	ns	
	2012	ns	ns	ns	

T1: Sem plantas de cobertura; T2: Plantas de cobertura implantadas; T3: Plantas de cobertura espontâneas. ns = contrastes não significativos.



**Tabela 6.** Valores de pH e teor de matéria orgânica do solo (MO) em cinco camadas de um solo Cambissolo Húmico na linha e entrelinha de plantio, depois de 37 meses da implantação de manejos de solo em um pomar de pessegueiro, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.

		Camada	Tratamentos						CV (%)
			T1	T2	T3	T1	T2	T3	
			-----Entrelinha-----			-----Linha-----			
pH em H <sub>2</sub> O	0-2,5	7,00	5,77	6,76	6,97	6,97	7,28	1,9	
	2,5-5,0	6,44	5,62	6,37	6,76	5,97	6,40	3,7	
	5,0-7,5	5,88	5,37	5,99	6,32	5,88	6,02	1,9	
	7,5-10,0	5,83	5,54	5,55	5,86	5,83	5,88	1,0	
	10,0-15,0	5,88	5,47	5,81	5,81	5,67	5,81	1,3	
MO (%)	0-2,5	3,34	8,62	6,42	3,63	5,66	6,09	11,5	
	2,5-5,0	6,10	5,30	5,37	3,55	4,61	3,71	19,0	
	5,0-7,5	2,85	4,69	4,65	2,76	4,18	4,85	11,3	
	7,5-10,0	3,01	4,11	4,29	2,63	4,23	3,95	17,3	
	10,0-15,0	3,85	2,45	4,43	2,34	2,65	3,88	22,6	
Contrastes entre tratamentos									
		Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura implantadas	Sem plantas de cobertura x plantas de cobertura espontâneas	Plantas de cobertura implantadas x plantas de cobertura espontâneas	Entrelinha x linha				
pH em H <sub>2</sub> O	0-2,5	***	ns	***	***				
	2,5-5,0	***	ns	***	**				
	5,0-7,5	***	ns	***	***				
	7,5-10,0	***	ns	***	***				
	10,0-15,0	***	ns	***	ns				
MO (%)	0-2,5	***	***	*	**				
	2,5-5,0	**	**	ns	**				
	5,0-7,5	***	***	ns	ns				
	7,5-10,0	ns	**	ns	ns				
	10,0-15,0	ns	ns	ns	ns				

T1: Sem plantas de cobertura; T2: Plantas de cobertura implantadas; T3: Plantas de cobertura espontâneas. \*, \*\*, \*\*\* Houve diferença significativa entre os tratamentos que formam o contraste a ( $P < 0,05$ ) ( $P < 0,01$ ) ( $P < 0,001$ ), respectivamente. ns = contrastes não significativos. O sinal negativo (-) antes do asterisco (\*) indica que o grupo de tratamentos a direita que contrasta com o grupo anterior de tratamentos para formar o contraste, apresenta valor maior da variável.

**Tabela 7.** Teor de P disponível e K trocável em cinco camadas de um solo Cambissolo Húmico na linha e entrelinha de plantio, depois de 37 meses da implantação de manejos do solo em um pomar de pessegueiro, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações de médias por contrastes.

	Camada	Tratamento						CV (%)
		T1	T2	T3	T1	T2	T3	
		-----Entrelinha-----			-----Linha-----			
P (mg kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	52,76	70,72	78,69	104,69	117,24	97,68	7,3
	2,5-5,0	26,38	17,54	36,03	33,40	24,52	46,45	21,9
	5,0-7,5	13,84	6,41	22,92	5,63	12,91	49,58	51,5
	7,5-10,0	12,27	8,78	14,51	5,05	8,42	31,01	49,5
	10,0-15,0	5,31	3,03	14,92	3,19	6,90	9,95	29,5
K (mg kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	556,47	1170,96	844,36	1108,46	582,46	1227,96	4,5
	2,5-5,0	270,70	690,93	578,78	931,56	656,76	1065,33	17,6
	5,0-7,5	125,98	266,29	468,48	564,76	485,23	733,02	19,2
	7,5-10,0	202,86	118,75	330,96	893,46	1212,53	816,20	22,1
	10,0-15,0	128,89	66,77	220,90	170,75	260,76	348,25	15,7
Contrastes entre tratamentos								
		Sem plantas de cobertura x plan- tas de cobertura implantadas	Sem plantas de cobertura x plantas de co- bertura espontâ- neas	Plantas de cobertura im- plantadas x plantas de cobertura es- pontâneas	Entrelinha x linha			
P (mg kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	_**	_*	_**	_***			
	2,5-5,0	ns	_*	_**	_*			
	5,0-7,5	ns	_**	_**	ns			
	7,5-10,0	ns	_*	_**	ns			
	10,0-15,0	ns	_***	_***	ns			
K (mg kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	ns	_***	_***	_***			
	2,5-5,0	ns	_*	_**	_***			
	5,0-7,5	ns	_**	_**	_***			
	7,5-10,0	ns	_**	_**	_***			
	10,0-15,0	ns	_***	_***	_***			

T1: Sem plantas de cobertura; T2: Plantas de cobertura implantadas; T3: Plantas de cobertura espontâneas. \*, \*\*, \*\*\* Houve diferença significativa entre os tratamentos que formam o contraste a ( $P<0,05$ ) ( $P<0,01$ ) ( $P<0,001$ ), respectivamente. ns = contrastes não significativos. O sinal negativo (-) antes do asterisco (\*) indica que o grupo de tratamentos a direita que contrasta com o grupo anterior de tratamentos para formar o contraste, apresenta valor maior da variável.

**Tabela 8.** Teor de Ca e Mg trocáveis em cinco camadas de um solo Cambissolo Húmico na linha e entrelinha de plantio, depois de 37 meses da implantação de manejos do solo em um pomar de pessegueiro, coeficiente de variação (CV) e significância das comparações das comparações de médias por contrastes.

	Camada	Tratamento						CV (%)
		T1	T2	T3	T1	T2	T3	
		-----Entrelinha-----			-----Linha-----			
Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	3,23	2,25	3,88	3,93	4,15	3,88	2,6
	2,5-5,0	3,33	2,65	3,53	2,91	2,54	2,68	15,8
	5,0-7,5	2,03	2,35	2,90	2,20	2,21	2,36	10,2
	7,5-10,0	2,19	1,97	2,43	2,00	2,04	2,17	7,4
	10,0-15,0	2,20	1,92	2,41	1,84	2,01	2,04	1,8
Mg (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	0,51	0,93	1,03	0,62	0,80	0,88	2,5
	2,5-5,0	0,73	0,71	0,90	0,60	0,60	0,70	18,2
	5,0-7,5	0,47	0,59	0,74	0,62	0,50	0,66	15,3
	7,5-10,0	0,58	0,54	0,63	0,59	0,46	0,64	15,4
	10,0-15,0	0,54	0,50	0,73	0,56	0,46	0,62	8,7
Contrastes entre tratamentos								
		Sem plantas de cobertura x plantas de co- bertura implan- tadas	Sem plantas de cobertura x plantas de co- bertura espon- tâneas	Plantas de cobertura implantadas x plantas de cobertura espontâneas	Entrelinha x linha			
Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	***		***		***		***
	2,5-5,0	ns		**		*		ns
	5,0-7,5	ns		**		*		ns
	7,5-10,0	ns		**		*		ns
	10,0-15,0	ns		***		***		ns
Mg (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0-2,5	***		***		***		***
	2,5-5,0	ns		ns		ns		ns
	5,0-7,5	ns		ns		ns		ns
	7,5-10,0	ns		ns		ns		ns
	10,0-15,0	ns		ns		ns		ns

T1: Sem plantas de cobertura; T2: Plantas de cobertura implantadas; T3: Plantas de cobertura espontâneas. \*, \*\*, \*\*\* Houve diferença significativa entre os tratamentos que formam o contraste a ( $P < 0,05$ ) ( $P < 0,01$ ) ( $P < 0,001$ ), respectivamente. ns = contrastes não significativos. O sinal negativo (-) antes do asterisco (\*) indica que o grupo de tratamentos a direita que contrasta com o grupo anterior de tratamentos para formar o contraste, apresenta valor maior da variável.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 - A aplicação anual de composto orgânico na superfície do solo, ao longo de três safras no mês de julho, o que coincidiu com o florescimento dos pessegueiros, incrementou o teor de nitrogênio e potássio nas folhas, provavelmente por causa do aumento do teor deles no solo, o que pode ter estimulado a diferenciação de gemas produtivas, aumentando a produção de frutos. Entretanto, com a adição de composto orgânico houve o incremento da concentração de nitrato, o que se refletiu na concentração de N mineral na solução do solo coletadas, em especial, na profundidade de 20 cm, principalmente, logo depois da aplicação dele na superfície do solo e nos períodos de maior precipitação. Também, com o aumento da dose de composto orgânico aplicado, especialmente, nos períodos de maior temperatura, aconteceu incremento da emissão de amônia, o que representa perda de N do solo.

2 - O cultivo do consórcio de plantas de cobertura hibernais provavelmente por causa da presença de ervilhaca que realiza fixação biológica de N promoveu incremento nos teores de matéria orgânica na entrelinha de plantio e para os valores do diâmetro do caule dos pessegueiros, especialmente na safra de 2012. O cultivo de plantas de cobertura espontâneas nas linhas e entrelinhas de plantio do pomar de pessegueiro jovens, comparativamente ao solo com o cultivo de plantas espontâneas implantadas (aveia + ervilhaca) e solo sem plantas de cobertura, incrementou o acúmulo de nutrientes no solo, como, P disponível, K trocável e Ca trocável, além dos valores de pH em água, em virtude das frequentes roçadas e posterior decomposição dos resíduos na superfície do solo. Entretanto, esta melhoria nos atributos químicos do solo praticamente não afetaram o estado nutricional das plantas, a produção e composição dos frutos, provavelmente, porque os teores da maior parte dos nutrientes no solo já eram observados em quantidades suficientes para suprir a demanda das plantas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTRAN, E; SORT, X; SOLIVA, M; TRILLAS, I. Composting winery waste: sludges and grape stalks. **Bioresource Technology**, v.95, p.203-208, 2004.

BRUNETTO, G.; MELO, G. W. B. D.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A. Adubação nitrogenada em ciclos consecutivos e seu impacto na produção e na qualidade do pêssego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1721-1725, 2007.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F; ALVAREZ, V. V. H; BARROS, N. F; FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBRS Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.

DALLA ROSA, J.; MAFRA, A. L.; NOHATTO, M. A.; FERREIRA, E. Z.; OLIVEIRA, O. L. P.; MIQUELLUTI, D. J.; CASSOL, P. C.; MEDEIROS, J. C. Atributos químicos do solo e produtividade de videiras alterados pelo manejo de coberturas verdes na Serra Gaúcha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, p. 179-187, 2009.

FACHINELLO, J. C; PASA, M. D. S; SCHMITZ, J. D; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.12, p.109-120, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 2006. 374p.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. UFRGS: Depto. de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1995. 174p.

GREGORY, P.J. Roots, rhizosphere and soil: the route to a better understanding of soil science? **European Journal of Soil Science**. v. 57, p. 2-12, 2006.

HARGREAVES, J. C; ADL, M. S; WARMAN, P. R. A review of the use composted municipal solid waste in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 123. p.1-14, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Lavoura Permanente 2010. Pêssego. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 12/09/2012.

KRUSE, J. S.; KISSEL, D. E.; CABRERA, M. L. Effects of drying and rewetting on carbono and nitrogen mineralization in soils and incorporated residues. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v. 69, p. 247-256, 2004.

MATTOS JUNIOR, D.; ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; GRAETZ, D. A. Nitrogen volatilization and mineralization in a Sandy Entisol Under Citrus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, p.13-14, 2003.

MEAGHER, J. R. L; MEYER, J. R. Effects of ground cover management on certain abiotic and biotic interactions orchard ecosystems. **Crop Protection**. v. 9, p. 65-72, 1990.

MONTANARO, G.; DICHIO, B.; BATI, C. B.; XILOYANNIS, C. Soil management affects carbono dynamics and yield in a Mediterranean peach orchard. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 61, p. 46-54, 2012.

PALTINEANU, C.; IANCU, M. Orchard groundcover management effects on nitrate leaching in a irrigated heavy-clay soil. **Acta Horticulturae**. v. 2, p. 739-744, 1997.

ROSEN, C. J.; ALLAN, D. L. Exploring the benefits of organic nutrient sources for crop production and soil quality. **Hortechonology**. v. 17, n.4, p. 422-430, 2007.

RUBIO-COVARRUBIAS, O. A.; BROWN, P. H.; WEINBAUM, S. A.; JOHNSON, R. S.; CABRERA, R. I. Evaluating foliar nitrogen compounds as indicators of nitrogen status in *Prunus persica* trees. **Scientia Horticulturae**. v. 120, p. 27-33, 2010.

RUFAT, J.; DOMINGO, X.; ARBONÉS. A.; PASCUAL, M.; VILLAR, J. M. Interaction between water and nitrogen management in peaches for processing. **Irrigation Science**. v. 29, p. 321-329, 2011.

SOFO, A.; NUZZO, V.; PALESE, A. M.; CELANO, G.; ZUKOWSKYJ, P.; DICHIO, B. Net CO<sub>2</sub> storage in mediterranean olive and peach orchards. **Scientia Horticulturae**. v. 107, p. 17-24, 2005.

TAGLIAVINI, M.; SCUDELLARI, D.; MARANGONI, B.; TOSELLI, M. Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. **Fertilizer Research**. v. 43, p. 93-102, 1996.

TAGLIAVINI, M.; MILLARD.; QUARTIERI, M. Storage of foliar-absorbed and remobilization for spring growth in Young nectarine (*Prunus persica* var. *nectarina*) trees. **Tree Physiology**. v. 18, p. 203-207, 1998.

TOSELLI, M.; BALDI, E.; SORRENTI, G.; QUARTIERI, M.; MARANGONI, B. Evaluation of the effectiveness of soil-applied plant derivatives of *Meliaceae* species on nitrogen availability to peach trees. **Scientia Horticulturae**. v. 124, p.183-188, 2010.